

## Pemutus sirkit untuk perlengkapan (PMS-P)





## Daftar isi

Daftar isi .....	i
Prakata .....	iv
1 Ruang lingkup dan tujuan .....	1
2 Acuan normatif .....	1
3 Istilah dan definisi .....	3
3.1 Definisi yang berkaitan dengan gawai proteksi dan gawai sakelar .....	3
3.2 Istilah umum .....	4
3.3 Definisi yang berkaitan dengan arus .....	6
3.4 Definisi yang berkaitan dengan tegangan .....	6
3.5 Definisi yang berkaitan dengan elemen konstruksi PMS-P .....	7
3.6 Definisi yang berkaitan dengan pelepas pada PMS-P .....	9
3.7 Definisi yang berkaitan dengan insulasi dan jarak bebas pada PMS-P .....	10
3.8 Definisi yang berkaitan dengan operasi PMS-P .....	12
3.9 Definisi yang berkaitan dengan karakteristik operasi PMS-P .....	13
3.10 Definisi yang berkaitan dengan besaran karakteristik .....	14
3.11 Definisi mengenai koordinasi PMS-P dan GPHP yang tergabung pada sirkit yang sama .....	14
3.12 Definisi yang berkaitan dengan terminal dan terminasi .....	15
3.13 Definisi yang berkaitan dengan pengujian .....	18
4 Klasifikasi .....	19
4.1 Besaran kutub .....	19
4.2 Metode pemasangan .....	19
4.3 Metode hubungan .....	19
4.4 Metode operasi .....	19
4.5 Mode trip .....	20
4.6 Pengaruh suhu sekitar .....	20
4.7 Perilaku bebas trip .....	20
4.8 Pengaruh posisi pemasangan .....	21
4.9 Kinerja listrik .....	21
5 Karakteristik PMS-P .....	21
5.1 Daftar karakteristik .....	21
5.2 Besaran pengenalan .....	21
5.3 Nilai standar dan nilai yang lebih disukai .....	23
6 Penandaan dan informasi produk lainnya .....	23
7 Kondisi standar untuk operasi dalam pelayanan .....	25
7.1 Suhu udara sekitar .....	25



7.2	Ketinggian .....	25
7.3	Kondisi atmosfer .....	25
8	Persyaratan untuk konstruksi dan operasi .....	26
8.1	Rancangan mekanis .....	26
8.2	Proteksi dari kejut listrik .....	38
8.3	Kenaikan suhu .....	39
8.4	Sifat dielektrik .....	40
8.5	Kondisi untuk operasi otomatis .....	40
8.6	Kinerja listrik .....	42
8.7	Kinerja pada kondisi arus hubung pendek kondisional .....	42
8.8	Ketahanan terhadap kejut dan tumbuk mekanis .....	43
8.9	Ketahanan terhadap bahang .....	43
8.10	Ketahanan terhadap bahang abnormal dan api .....	43
8.11	Ketahanan terhadap penjaluran .....	43
8.12	Ketahanan terhadap pengaratan .....	43
9	Pengujian .....	45
9.1	Uji jenis dan urutan uji .....	45
9.2	Kondisi uji .....	46
9.3	Uji kemampuan tahan hapus penandaan .....	47
9.4	Uji keandalan terminal, bagian hantar arus dan hubungan .....	47
9.5	Uji keandalan terminal untuk konduktor eksternal (lihat 3.12.15) .....	50
9.6	Uji proteksi dari kejut listrik .....	52
9.7	Uji sifat dielektrik .....	53
9.8	Uji kenaikan suhu .....	57
9.9	Uji 28 hari .....	58
9.10	Uji karakteristik trip .....	58
9.11	Verifikasi kemampuan operasional listrik .....	59
9.12	Uji arus hubung pendek kondisional .....	63
9.13	Uji ketahanan terhadap kejut dan tumbuk mekanis .....	65
9.14	Uji ketahanan terhadap bahang .....	65
9.15	Uji ketahanan terhadap bahang abnormal dan api .....	66
9.16	Uji ketahanan terhadap penjaluran .....	67
9.17	Uji ketahanan terhadap pengaratan .....	68
Lampiran:		
Lampiran A (normatif) Zone waktu-arus (lihat 9.10 dan Tabel 9) .....		74
Lampiran B (normatif) Penentuan jarak bebas dan jarak rambat .....		75
Lampiran C (normatif) Urutan uji dan jumlah sampel yang diserahkan untuk tujuan sertifikasi .....		78



Lampiran D (normatif) Hubungan antara konduktor tembaga ISO dan AWG .....	81
Lampiran E (normatif) Contoh terminal.....	82
Lampiran F (informatif) Koordinasi antara PMS-P dan gawai proteksi hubung pendek (GPHP) yang tergabung pada sirkit yang sama.....	91
Lampiran G (normatif) Perilaku elektromagnetik PMS-P .....	103
Lampiran H (normatif) Korelasi antara tegangan nominal sistem suplai dan tegangan fase ke netral yang relevan untuk menentukan tegangan impuls pengenalan.....	105
Lampiran J (normatif) Uji rutin atau uji statistik .....	106
Lampiran K (normatif) Persyaratan tambahan untuk kinerja listrik sakelar dari PMS-P .....	108
Bibliografi .....	109





## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai “Pemutus sirkit untuk perlengkapan (PMS-P)”, diadopsi secara modifikasi dari Standar *International Electrotechnical Commission* (IEC) publikasi 60934 (2000-10) dengan judul “*Circuit breakers for equipment (CBE)*”. Standar ini dirumuskan oleh Panitia Teknik Piranti/pemanfaat Listrik (PTPM). Ketika dalam taraf Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI), standar ini telah melalui proses/ prosedur perumusan standar dan terakhir dibahas dalam Forum Konsensus ke XIX pada tanggal 9 s.d. 10 Oktober 2002 untuk mencapai mufakat.

Dalam rangka mempertahankan mutu ketersediaan standar yang tetap mengikuti perkembangan, maka diharapkan masyarakat standarisasi ketenagalistrikan memberikan saran dan usul perbaikan demi kesempurnaan amandemen standar ini dan tak kalah pentingnya untuk revisi standar ini kemudian hari. Bila terdapat ketidakjelasan terhadap isi materi standar ini, maka yang dianggap berlaku adalah sebagaimana yang tertera pada teks asli IEC tersebut.





## Pemutus sirkit untuk perlengkapan (PMS-P)

### 1 Ruang lingkup dan tujuan

Standar ini dapat diterapkan untuk gawai sakelar mekanis yang dirancang sebagai “pemutus sirkit untuk perlengkapan (PMS-P)” yang dimaksudkan untuk memberikan proteksi pada sirkit di dalam perlengkapan listrik.

CATATAN 1 Istilah “perlengkapan” mencakup peranti.

CATATAN 2 Komponen terproteksi biasanya motor, transformator, pengawatan internal dan sebagainya.

PMS-P dapat mempunyai kapasitas hubung pendek pengenalan yang lebih tinggi dari yang disyaratkan untuk kondisi beban lebih dan sebagai tambahan dapat mempunyai peringkat arus hubung pendek kondisional pada gabungan dengan gawai proteksi hubung pendek (GPHP) yang ditentukan.

Standar ini juga dapat diterapkan bagi gawai sakelar untuk proteksi perlengkapan listrik dalam hal tegangan kurang dan/atau tegangan lebih.

Standar ini dapat diterapkan untuk tegangan arus bolak-balik (a.b.) tidak lebih dari 440 V dan/atau tegangan arus searah (a.s.) tidak lebih dari 250 V dan arus pengenalan tidak lebih dari 125 A.

Standar ini mencakup PMS-P yang dimaksudkan untuk:

- pemutusan otomatis dan pemutusan tak otomatis atau penyetelan balik otomatis;
- pemutusan otomatis dan pemutusan tak otomatis atau penyetelan balik otomatis dan operasi penyakelaran manual.

Standar ini juga mencakup sakelar PMS-P yang di dalamnya sarana pemutusan otomatis dicegah atau ditiadakan dengan konstruksi (lihat 3.1.3).

CATATAN 3 Standar ini dapat digunakan sebagai dokumen pedoman untuk tegangan sampai dengan 630 V a.b.

CATATAN 4 Persyaratan PMS-P yang sesuai untuk isolasi (pemisahan) masih dalam pertimbangan.

Standar ini berisi semua persyaratan yang diperlukan untuk memastikan kesesuaian dengan karakteristik operasional yang disyaratkan untuk gawai ini dengan uji jenis.

Standar ini juga berisi rincian relatif mengenai persyaratan dan metode uji yang diperlukan untuk memastikan kemampuan reproduksi hasil uji.

### 2 Acuan normatif

Acuan berikut ini berisi persyaratan yang berdasarkan acuan dalam teks ini, membentuk bagian terpadu dari Standar Nasional Indonesia (SNI) ini. Saat dipublikasikan, edisi berikut ini berlaku. Semua standar dikenai revisi, dan Panitia Teknik produk yang menggunakan



standar ini dianjurkan untuk menyelidiki kemungkinan penerapan edisi termutakhir dari standar yang tertera dibawah ini. Semua anggota IEC dan ISO akan mencatat standar termutakhir yang berlaku.

IEC 60050 (151):1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices.*

IEC 60050 (441):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses.*

IEC 60050 (604):1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation.*

IEC 60050 (826):1982, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 826: Electrical installations of buildings.*

*Amendment 1 (1990)*

*Amendment 2 (1995)*

*Amendment 3 (1999)*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test technique – Part 1: General definitions and test requirements.*

IEC 60068-2-20:1979, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test T: Soldering.*

IEC 60099-1:1991, *Surge arrester – Part 1: Non-linear resistor type gapped arresters for a.c. systems*<sup>1)</sup>.

IEC 60227 (semua bagian), *Polyvinyl chloride insulated cable of rated voltages up to and including 450/750 V.*

IEC 60269 (semua bagian), *Low-voltage fuses.*

IEC 60417-1:1998, *Graphical symbols for use on equipment – Part 1: Overview and application.*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).*

IEC 60664 (semua bagian), *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems.*

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Parts 1: Principles, requirements and tests.*

IEC 60664-3:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Parts 3: Use of coatings to achieve insulation coordination of printed board assemblies.*

IEC 60695-2-1 (semua lembar), *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 1: Glow-wire test methods.*

IEC 60898:1995, *Electrical accessories – Circuit breakers for overcurrent protection for household and similar installations.*

---

<sup>1)</sup> Ada edisi gabungan 3.1 (1999) yang mencakup IEC 60099-1 (1991) dan amandemen 1 (1999)



IEC 60947-1:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules.*

IEC 60950:1999, *Safety of information technology equipment.*

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Sections 2: Electrostatic discharge immunity test – Basic EMC Publication* <sup>2)</sup>.

IEC 61000-4-3:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Sections 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test.*

IEC 61000-4-4:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Sections 4: Electrical fast transient/burst immunity test – Basic EMC Publication.*

IEC 61000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Sections 5: Surge immunity test.*

CISPR 22:1997, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement.*

SNI 04-0227-2003, *Tegangan standar.*

### 3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan standar ini, berlaku definisi berikut:

#### 3.1 Definisi yang berkaitan dengan gawai proteksi dan gawai sakelar

##### 3.1.1

##### **pemutus sirkit**

gawai sakelar mekanis, mampu menghubungkan, menghantarkan dan memutuskan arus pada kondisi sirkit normal, dan juga menghubungkan, menghantarkan untuk waktu yang ditentukan serta memutuskan arus pada kondisi abnormal yang ditentukan seperti misalnya hubung pendek (IEV 441-14-20)

##### 3.1.2

##### **pemutus sirkit untuk perlengkapan (PMS-P)**

pemutus sirkit yang dirancang khusus untuk proteksi perlengkapan

##### 3.1.3

##### **sakelar PMS-P**

PMS-P tanpa pelepas arus lebih, dilengkapi atau tidak dilengkapi dengan pelepas yang trip oleh tegangan atau sarana mekanis

CATATAN Persyaratan spesifik yang relevan diberikan pada lampiran K

##### 3.1.4

##### **sekering**

<sup>2)</sup> Ada edisi gabungan 1.1 (1999) yang mencakup IEC 61000-4-2 (1995) dan amandemen 1 (1998)



gawai yang dengan lebarnya satu atau lebih komponen yang dirancang dan dipadankan secara khusus, membuka sirkuit tempat sekering tersebut dipasang dengan memutuskan arus jika arus ini melebihi nilai yang diberikan dalam waktu yang sesuai. Sekering terdiri dari semua bagian yang membentuk gawai lengkap (IEV 441-18-01)

### **3.1.5**

#### **gawai sakelar**

gawai yang dirancang untuk menghubungkan dan memutuskan arus pada satu atau lebih sirkuit listrik (IEV 441-14-01)

### **3.1.6**

#### **gawai sakelar mekanis**

gawai sakelar yang dirancang untuk menutup dan membuka satu atau lebih sirkuit listrik dengan sarana kontak yang dapat dipisah (IEV 441-14-02)

### **3.1.7**

#### **sakelar (mekanis)**

gawai sakelar mekanis yang mampu menghubungkan, menghantarkan dan memutuskan arus pada kondisi sirkuit normal yang dapat mencakup kondisi beban lebih operasi yang ditentukan dan juga menghantarkan arus selama waktu yang ditentukan pada kondisi sirkuit abnormal yang ditentukan, seperti misalnya hubung pendek (IEV 441-14-10)

### **3.1.8**

#### **pemutus**

gawai sakelar mekanis yang pada posisi terbuka memenuhi persyaratan yang ditentukan untuk fungsi isolasi (IEV 441-14-05, dimodifikasi)

### **3.1.9**

#### **pemutusan**

pemutusan sirkuit listrik pada suatu kutub, agar memberikan insulasi antara suplai dengan bagian yang dimaksudkan akan diputuskan dari suplai

### **3.1.10**

#### **pemutusan penuh**

pemutusan yang memberikan kesetaraan insulasi dasar dengan pemisahan kontak

### **3.1.11**

#### **pemutusan mikro**

pemutusan yang memberikan kesesuaian kinerja dengan pemisahan kontak

### **3.1.12**

#### **isolasi (fungsi isolasi)**

fungsi yang dimaksudkan untuk memutuskan suplai dari semua bagian atau bagian tersendiri dari instalasi dengan memisahkan instalasi dari setiap sumber energi listrik untuk alasan keselamatan

## **3.2 Istilah umum**

### **3.2.1**

#### **suhu udara sekitar**

suhu yang ditentukan pada kondisi yang ditentukan dari udara di sekitar PMS-P lengkap (misalnya: untuk PMS-P terselungkup, udara sekitar adalah udara di luar selungkup)

### **3.2.2**



**tegangan terapan**

tegangan yang ada yang melalui terminal kutub PMS-P sebelum penghubungan arus. Pada a.b., tegangan terapan adalah nilai efektif (IEV 441-17-24, dimodifikasi)

**3.2.3****sirkuit utama (dari PMS-P)**

semua bagian konduktif dari PMS-P yang termasuk dalam sirkuit yang dirancang untuk menutup dan membuka (441-15-02, dimodifikasi)

**3.2.4****sirkuit kendali (dari PMS-P)**

sirkuit (selain jalur sirkuit utama) yang dimaksudkan untuk operasi penutupan atau operasi pembukaan, atau keduanya, dari PMS-P (IEV 441-15-03, dimodifikasi)

**3.2.5****sirkuit bantu (dari PMS-P)**

semua bagian konduktif dari PMS-P yang dimaksudkan untuk termasuk dalam suatu sirkuit selain sirkuit utama dan sirkuit kendali dari PMS-P (IEV 441-15-04, dimodifikasi)

**3.2.6****kutub (dari PMS-P)**

bagian dari PMS-P yang secara khusus tergabung pada salah satu jalur konduksi sirkuit utamanya (yang secara listrik terpisah), yang dilengkapi dengan kontak yang dimaksudkan untuk menghubungkan dan memutuskan sirkuit utama itu sendiri dan tidak termasuk bagian yang menyediakan sarana untuk pemasangan dan pengoperasian kutub secara bersama (IEV 441-15-01, dimodifikasi)

**3.2.7****kutub terproteksi**

kutub yang dilengkapi dengan pelepas arus lebih (lihat 3.6.2)

**3.2.8****kutub nirproteksi**

kutub tanpa pelepas arus lebih (lihat 3.6.2), tetapi sebaliknya secara umum mempunyai kinerja yang sama seperti kutub terproteksi dari PMS-P yang sama

**3.2.9****konduktor netral (lambang N)**

konduktor yang dihubungkan ke titik netral sistem dan mampu berkontribusi pada transmisi energi listrik (IEV 826-01-03)

**3.2.10****posisi tertutup**

posisi tempat kontinuitas yang ditentukan sebelumnya dari sirkuit utama PMS-P diamankan (IEV 441-16-22, dimodifikasi)

**3.2.11****posisi terbuka**

posisi tempat jarak bebas yang ditentukan sebelumnya antar kontak terbuka pada sirkuit utama PMS-P diberikan (IEV 441-16-23 dimodifikasi)

**3.2.12****pemasangan tergabung**



metode pemasangan dimana pengguna melengkapi perlengkapan dengan suatu rongga untuk memagun PMS-P pada posisinya





### 3.3 Definisi yang berkaitan dengan arus

#### 3.3.1

##### **arus**

aliran muatan listrik melalui konduktor

#### 3.3.2

##### **arus pengenalan**

arus yang ditentukan oleh pabrikan untuk kondisi operasi yang ditentukan dari PMS-P

#### 3.3.3

##### **arus lebih**

arus yang melebihi arus pengenalan (IEV 441-11-06)

#### 3.3.4

##### **arus beban lebih**

arus lebih yang terjadi dalam sirkit yang secara listrik tidak rusak

#### 3.3.5

##### **arus hubung pendek**

arus lebih yang diakibatkan oleh suatu gangguan dengan impedans yang dapat diabaikan antara titik-titik yang dimaksudkan berada pada potensial berbeda dalam pelayanan normal (IEV 411-11-07 dimodifikasi)

CATATAN Arus hubung pendek dapat diakibatkan dari suatu gangguan atau dari suatu hubungan yang tidak benar.

#### 3.3.6

##### **arus trip konvensional ( $I_t$ )**

nilai yang ditentukan untuk arus yang menyebabkan PMS-P beroperasi dalam waktu yang ditentukan (waktu konvensional)

#### 3.3.7

##### **arus nontrip konvensional ( $I_{nt}$ )**

nilai yang ditentukan untuk arus yang mampu dihantarkan PMS-P untuk waktu yang ditentukan (waktu konvensional) tanpa trip

#### 3.3.8

##### **arus trip sesaat ( $I_i$ )**

nilai arus yang PMS-P akan beroperasi secara otomatis (tanpa penundaan waktu yang disengaja) dalam waktu kurang dari 0,1 detik

#### 3.3.9

##### **arus nontrip sesaat ( $I_{ni}$ )**

nilai arus yang PMS-P tidak akan beroperasi secara otomatis tanpa penundaan waktu yang disengaja dalam waktu sama dengan atau kurang dari 0,1 detik

### 3.4 Definisi yang berkaitan dengan tegangan

#### 3.4.1

##### **tegangan pengenalan**

nilai tegangan yang ditentukan oleh pabrikan pada PMS-P atau komponennya yang diacu oleh karakteristik operasi dan kinerja



CATATAN PMS-P dapat mempunyai lebih dari satu nilai tegangan pengenalan atau dapat mempunyai julat tegangan pengenalan.

#### **3.4.2**

##### **tegangan kerja**

nilai tertinggi dari tegangan a.b atau a.s yang melewati setiap insulasi khusus yang dapat terjadi saat PMS-P disuplai pada tegangan pengenalan

CATATAN 1 Transien diabaikan.

CATATAN 2 Kondisi operasi normal dan kondisi sirkit terbuka keduanya diperhitungkan.

#### **3.4.3**

##### **tegangan lebih**

setiap tegangan yang mempunyai nilai puncak melebihi nilai puncak terkait dari tegangan keadaan tunak (*steady-state*) maksimum pada kondisi operasi normal

#### **3.4.4**

##### **tegangan lebih temporer**

tegangan lebih pada frekuensi daya yang relatif berdurasi panjang

#### **3.4.5**

##### **tegangan lebih transien**

tegangan lebih durasi pendek dalam beberapa milidetik atau lebih kecil, berosilasi atau tidak berosilasi, biasanya sangat teredam (IEV 604-03-13)

#### **3.4.6**

##### **tegangan ketahanan temporer**

nilai tertinggi tegangan lebih temporer yang tidak menyebabkan tembus insulasi pada kondisi yang ditentukan

### **3.5 Definisi yang berkaitan dengan elemen konstruksi PMS-P**

#### **3.5.1**

##### **bagian yang dapat terjangkau**

bagian yang dapat tersentuh pada penggunaan normal

#### **3.5.2**

##### **bagian konduktif**

bagian yang mampu menghantar arus walaupun bagian tersebut tidak perlu digunakan untuk menghantarkan arus pelayanan (IEV 441-11-09)

#### **3.5.3**

##### **bagian konduktif terbuka**

bagian konduktif yang dapat disentuh yang pada keadaan normal tidak bertegangan, tetapi dapat menjadi bertegangan pada kondisi gangguan (IEV 441-11-10)

CATATAN Tipikal bagian konduktif terbuka adalah dinding selungkup logam, gagang (*handle*) operasi logam dan sebagainya.

#### **3.5.4**

##### **bagian aktif**

konduktor atau bagian konduktif yang dimaksudkan untuk dilistriki pada penggunaan normal termasuk konduktor netral, tetapi menurut konvensi tidak termasuk konduktor PEN (IEV 826-03-01)



CATATAN Istilah ini tidak perlu menunjukkan risiko kejut listrik.

### 3.5.5

#### **bagian yang dapat dilepas**

bagian yang dapat dilepas tanpa bantuan perkakas serba umum

### 3.5.6

#### **kontak utama**

kontak yang termasuk dalam sirkit utama PMS-P, yang pada posisi tertutup dimaksudkan untuk menghantarkan arus dari sirkit utama (IEV 441-15-07 dimodifikasi)

### 3.5.7

#### **kontak bantu**

kontak yang termasuk dalam sirkit bantu PMS-P dan dioperasikan secara mekanis oleh PMS-P (IEV 441-15-10, dimodifikasi)

### 3.5.8

#### **kontak kendali**

kontak yang termasuk dalam sirkit kendali PMS-P dan dioperasikan secara mekanis oleh PMS-P (IEV 441-15-09, dimodifikasi)

### 3.5.9

#### **kontak bentuk A (kontak hubung)**

kontak kendali atau kontak bantu yang tertutup ketika kotak utama PMS-P tertutup dan terbuka ketika kontak utama PMS-P terbuka (IEV 441-15-12, dimodifikasi)

### 3.5.10

#### **kontak bentuk B (kontak putus)**

kontak kendali atau kontak bantu yang terbuka ketika kotak utama PMS-P tertutup dan tertutup ketika kontak utama PMS-P terbuka (IEV 441-15-13, dimodifikasi)

### 3.5.11

#### **kontak bentuk C (kontak hubung putus)**

kontak bantu atau kontak kendali yang mempunyai elemen pemindah tiga terminal hubung putus

### 3.5.12

#### **aktuator**

bagian dari sistem penggerak yang gaya eksternal diterapkan padanya (IEV 441-15-22)

### 3.5.13

#### **sistem penggerak (PMS-P)**

semua sarana operasi PMS-P yang menyalurkan gaya penggerak ke kontak

### 3.5.14

#### **gaya penggerak (momen)**

gaya (momen) yang diterapkan pada aktuator yang diperlukan untuk menyelesaikan operasi yang dimaksudkan (IEV 441-16-17)



### 3.6 Definisi yang berkaitan dengan pelepas pada PMS-P

#### 3.6.1

##### **pelepas**

gawai yang dihubungkan secara mekanis ke (atau terintegrasi ke dalam) suatu PMS-P, yang melepaskan sarana pemegang dan mengizinkan PMS-P membuka secara otomatis (441-15-17 dimodifikasi)

#### 3.6.2

##### **pelepas arus lebih**

pelepas yang menyebabkan PMS-P membuka, dengan atau tanpa penundaan, bila arus dalam pelepas melebihi suatu nilai yang ditentukan sebelumnya. Dalam beberapa hal nilai ini tergantung pada laju kenaikan arus (IEV 441-16-33 dimodifikasi)

#### 3.6.3

##### **pelepas arus lebih tunda waktu invers**

pelepas arus lebih yang menyebabkan PMS-P membuka sesudah penundaan waktu secara invers yang tergantung pada nilai arus lebih. Pelepas tersebut dapat dirancang sedemikian sehingga penundaan waktu mendekati minimum tertentu untuk nilai tinggi arus lebih

#### 3.6.4

##### **pelepas arus lebih langsung**

pelepas arus lebih yang secara langsung dilistriki oleh arus dalam sirkit utama suatu PMS-P

#### 3.6.5

##### **pelepas arus lebih sesaat**

pelepas arus lebih yang beroperasi tanpa setiap penundaan waktu yang disengaja

#### 3.6.6

##### **pelepas beban lebih**

pelepas arus lebih yang dimaksudkan untuk proteksi dari beban lebih (IEV 441-16-38)

#### 3.6.7

##### **pelepas hubung pendek**

pelepas arus lebih untuk proteksi dari hubung pendek

#### 3.6.8

##### **pelepas shunt**

pelepas yang dilistriki oleh sumber tegangan (IEV 441-16-41)

CATATAN 1 Sumber tegangan dapat independen dari tegangan sirkit utama.

CATATAN 2 Untuk PMS-P, pelepas shunt yang independen dari sirkit utama dapat disebut "pelepas relai".

#### 3.6.9

##### **pelepas tegangan kurang**

pelepas yang menyebabkan PMS-P membuka, dengan atau tanpa penundaan, ketika tegangan yang lewat terminal pelepas turun di bawah suatu nilai yang ditentukan sebelumnya (IEV 441-16-42 dimodifikasi)



**3.6.10****pelepas tegangan nol**

pelepas yang dilistriki oleh sumber tegangan, yang menyebabkan PMS-P terbuka jika tegangan suplai turun di bawah 0,1 kali tegangan pengenalan

**3.6.11****pelepas tegangan lebih**

pelepas yang menyebabkan PMS-P membuka dengan atau tanpa penundaan, ketika tegangan yang lewat terminal pelepas naik di atas nilai yang ditentukan sebelumnya

**3.6.12****pelepas beban lebih termal**

pelepas beban lebih tunda waktu invers yang operasinya termasuk penundaan waktunya tergantung dari aksi termal dari arus yang mengalir pada pelepas (IEV 441-16-39)

**3.6.13****pelepas beban lebih magnetik**

pelepas beban lebih yang operasinya tergantung pada gaya yang digunakan oleh arus pada sirkuit utama untuk mengeksitasi kumparan elektromagnetik (IEV 441-16-40)

CATATAN Pelepas tersebut biasanya mempunyai karakteristik tunda-waktu/arus invers.

**3.7 Definisi yang berkaitan dengan insulasi dan jarak bebas pada PMS-P****3.7.1****insulasi fungsional**

insulasi antara bagian aktif yang diperlukan hanya untuk fungsi yang sesuai dari perlengkapan

**3.7.2****insulasi dasar**

insulasi yang diterapkan pada bagian aktif untuk memberikan proteksi dasar dari kejutan listrik

CATATAN Insulasi dasar tidak perlu mencakup insulasi yang digunakan untuk tujuan fungsional.

**3.7.3****insulasi suplemen**

insulasi independen yang diterapkan sebagai tambahan pada insulasi dasar untuk memberikan proteksi dari kejutan listrik pada saat kegagalan insulasi dasar

**3.7.4****insulasi diperkuat**

sistem insulasi tunggal, diterapkan pada bagian aktif yang memberikan tingkat proteksi dari kejutan listrik setara dengan insulasi ganda

CATATAN Sistem insulasi tunggal tidak berarti bahwa insulasi harus terdiri dari satu lapisan homogen. Insulasi dapat terdiri dari beberapa lapis yang tidak dapat diuji secara tersendiri sebagai insulasi dasar atau insulasi suplemen atau insulasi diperkuat.

**3.7.5****insulasi ganda**

insulasi yang terdiri dari insulasi dasar dan insulasi suplemen



**3.7.6**

**jarak bebas**

jarak terpendek melalui udara antara dua bagian konduktif (IEV 441-17-31 dimodifikasi)

**3.7.7**

**jarak bebas terhadap bumi**

jarak bebas antara setiap bagian konduktif dan setiap bagian yang dibumikan atau dimaksudkan akan dibumikan (IEV 441-17-33)

**3.7.8**

**jarak bebas antar kontak terbuka (celah)**

jarak bebas total antar kontak atau setiap bagian konduktif yang terhubung dengan kontak tersebut, dari sebuah kutub gawai sakelar mekanis pada posisi terbuka (IEV 441-17-34)

**3.7.9**

**jarak pisah (dari suatu kutub PMS-P)**

jarak bebas antar kontak yang memenuhi persyaratan keselamatan yang ditentukan untuk pemutus (IEV 441-17-35, dimodifikasi)

**3.7.10**

**jarak rambut**

jarak terpendek sepanjang permukaan bahan insulasi antara dua bagian konduktif (IEV 151-03-37)

**3.7.11**

**koordinasi insulasi**

korelasi bersama dari karakteristik insulasi perlengkapan listrik dengan memperhitungkan lingkungan mikro yang diperkirakan dan stres yang berpengaruh lainnya

**3.7.12**

**tegangan ketahanan impuls**

nilai puncak tertinggi tegangan impuls dengan bentuk dan polaritas yang ditentukan, yang tidak menyebabkan tembus pada kondisi yang ditentukan

**3.7.13**

**tegangan ketahanan frekuensi daya**

nilai efektif tegangan sinusoidal frekuensi daya yang tidak menyebabkan tembus insulasi pada kondisi yang ditentukan

**3.7.14**

**polusi**

setiap tambahan benda asing, padat, cair atau gas (misalnya gas terionisasi) yang dapat mempengaruhi kuat dielektrik atau resistivitas permukaan insulasi

**3.7.15**

**tingkat polusi**

angka yang mencirikan polusi yang diperkirakan dari lingkungan mikro

CATATAN     Digunakan tingkat polusi 1, 2, 3 dan 4 (lihat 2.5.1. dari IEC 60664-1).



**3.7.16****kategori tegangan lebih**

angka konvensional yang didasarkan atas pembatasan (atau pengendalian) nilai tegangan lebih prospektif yang terjadi dalam sirkit dan tergantung pada sarana yang digunakan untuk mempengaruhi tegangan lebih

**3.7.17****medan homogen**

medan listrik yang mempunyai gradien tegangan yang pada dasarnya konstan antar elektrode (medan seragam) seperti antara dua bola dengan radius masing-masing bola lebih besar dari jarak antara keduanya

**3.7.18****medan tak homogen**

medan listrik yang tidak mempunyai gradien tegangan yang pada dasarnya konstan antar elektrode (medan tidak seragam)

**3.7.19****lingkungan makro**

lingkungan ruang atau lokasi lain tempat perlengkapan dipasang atau digunakan

**3.7.20****lingkungan mikro**

lingkungan antara dari insulasi yang secara khusus mempengaruhi pendimensian jarak rambat

**3.8 Definisi yang berkaitan dengan operasi PMS-P****3.8.1****operasi**

pengalihan kontak gerak dari posisi terbuka ke posisi tertutup atau sebaliknya. Jika diperlukan pembedaan, operasi dalam pengertian listrik (misalnya menghubungkan atau memutuskan) diacu sebagai operasi penyakelaran dan operasi dalam pengertian mekanis (misalnya membuka atau menutup) diacu sebagai operasi mekanis. (IEV 441-16-01, dimodifikasi)

**3.8.2****siklus operasi**

penggantian operasi dari posisi satu ke posisi lainnya dan kembali ke posisi semula. (IEV 441-16-02, dimodifikasi)

**3.8.3****urutan operasi**

penggantian operasi yang ditentukan dengan interval waktu yang ditentukan (IEV 441-16-01)

**3.8.4****tugas temporer**

tugas dengan kontak utama perlengkapan tetap tertutup untuk periode yang tidak cukup untuk mencapai keseimbangan termal, periode berbeban dipisahkan oleh periode tanpa beban dengan durasi yang cukup untuk memulihkan kesamaan suhu dengan media pendingin



### 3.8.5

#### **tugas tak terputus**

tugas dengan kontak utama PMS-P tetap tertutup ketika menghantarkan arus tunak (*steady*) tanpa pemutusan untuk periode yang lama (dapat berminggu-minggu, berbulan-bulan atau bahkan bertahun-tahun)

### 3.8.6

#### **tugas intermiten**

tugas dengan periode berbeban, dengan kontak utama perlengkapan tetap tertutup, yang mempunyai hubungan terbatas dengan periode tanpa beban, dengan kedua periode tersebut terlalu singkat untuk mengizinkan perlengkapan mencapai keseimbangan termal

### 3.8.7

#### **operasi penutupan**

operasi yang membawa PMS-P dari posisi terbuka ke posisi tertutup (IEV 441-16-08 dimodifikasi)

### 3.8.8

#### **operasi pembukaan**

operasi yang membawa PMS-P dari posisi tertutup ke posisi terbuka (IEV 441-16-09 dimodifikasi)

### 3.8.9

#### **PMS-P bebas trip**

PMS-P yang kontak geraknya kembali dan tetap pada posisi terbuka, pada saat operasi pembukaan otomatis dimulai setelah awal operasi penutupan, bahkan jika perintah penutupan dipertahankan (IEV 441-16-31 dimodifikasi)

### 3.8.10

#### **PMS-P bebas trip bersiklus**

PMS-P yang kontak geraknya kembali kepada posisi terbuka ketika operasi pembukaan otomatis dimulai setelah awal operasi penutupan, dan yang kemudian akan menutup kembali secara berulang-ulang dan singkat, walaupun perintah penutupan dipertahankan

### 3.8.11

#### **PMS-P tidak bebas trip**

PMS-P yang kontak geraknya tidak akan terbuka ketika operasi pembukaan otomatis dimulai jika perintah penutupan dipertahankan

CATATAN Untuk kondisi pemakaian PMS-P tidak bebas trip, lihat 4.7.3.

## 3.9 Definisi yang berkaitan dengan karakteristik operasi PMS-P

### 3.9.1

#### **waktu trip**

interval waktu dari saat arus trip terkait mulai mengalir dalam sirkit utama sampai saat arus ini diputus (pada semua kutub)

### 3.9.2

#### **karakteristik trip**

karakteristik waktu-arus yang di atasnya PMS-P harus sudah trip (IEV 441-17-13 dimodifikasi)

### 3.9.3



**karakteristik tidak trip**

karakteristik waktu-arus yang di bawahnya PMS-P tidak trip

**3.9.4****zone trip**

zone waktu-arus yang dibatasi oleh karakteristik 3.9.2 dan 3.9.3

Zone ini memperhitungkan toleransi pabrikasi dan kinerja PMS-P

**3.9.5****waktu swasetel balik**

interval waktu dari saat kontak sirkit utama membuka sampai kontak menutup kembali

**3.10 Definisi yang berkaitan dengan besaran karakteristik****3.10.1****nilai pengenalan**

nilai yang dinyatakan dari setiap salah satu besaran karakteristik untuk menentukan kondisi kerja yang untuknya PMS-P dirancang dan dibuat (IEV 151-04-03, dimodifikasi)

**3.10.2****nilai pembatas**

dalam spesifikasi, nilai tertinggi atau nilai terendah yang dapat diterima dari salah satu besaran (IEV 151-04-02)

**3.10.3****peringkat**

kumpulan dari nilai pengenalan dan kondisi operasi (IEV 151-04-04)

**3.10.4****arus prospektif**

arus yang akan mengalir dalam sirkit jika masing-masing kutub PMS-P diganti oleh konduktor dengan impedansi yang dapat diabaikan (IEV 441-17-01, dimodifikasi)

**3.10.5****kapasitas penyakelaran (kapasitas hubung dan putus)**

nilai arus yang PMS-P mampu untuk menghubungkan dan memutuskan pada tegangan yang dinyatakan pada kondisi yang ditentukan untuk penggunaan dan operasi

**3.10.6****kapasitas hubung dan putus hubung pendek**

arus prospektif dinyatakan dalam nilai efektifnya yang PMS-P dirancang untuk menghubungkan, menghantarkan arus pada waktu pembukaan dan untuk memutuskan pada waktu penutupan pada kondisi yang ditentukan

**3.11 Definisi mengenai koordinasi PMS-P dan GPHP yang tergabung pada sirkit yang sama****3.11.1****gawai proteksi hubung pendek (GPHP)**

sarana proteksi arus lebih yang dimaksudkan untuk memproteksi sirkit atau bagian sirkit dari hubung pendek dengan memutuskan arus tersebut



**3.11.2****proteksi pendukung**

koordinasi arus lebih dari dua gawai proteksi arus lebih secara seri jika GPHP memastikan proteksi arus lebih dengan atau tanpa bantuan PMS-P dan mencegah setiap stres yang berlebihan terhadap PMS-P pada kondisi yang ditentukan

**3.11.3****diskriminasi arus lebih (selektivitas)**

koordinasi karakteristik yang relevan dari PMS-P dan GPHP nya sedemikian sehingga ketika timbul arus lebih dalam batas yang dinyatakan, PMS-P membuka sirkit sedang GPHP tidak beroperasi (IEV 441-17-15, dimodifikasi)

**3.11.4****arus batas selektivitas  $I_s$** 

arus batas selektivitas (lihat Gambar F.1) adalah nilai pembatas arus:

- yang di bawahnya PMS-P menyelesaikan operasi pemutusannya pada waktunya untuk mencegah GPHP memulai operasinya (yaitu selektivitas dijamin)
- yang di atasnya PMS-P tidak dapat menyelesaikan operasi pemutusannya pada waktunya untuk GPHP memulai operasinya (selektivitas tidak dijamin)

**3.11.5****arus hubung pendek kondisional**

nilai arus hubung pendek yang PMS-P yang diproteksi oleh GPHP secara seri dapat tahan terhadap kondisi yang ditentukan untuk penggunaan dan perilaku

**3.11.6****pemisahan kontak elektrodinamis**

nilai terendah arus puncak yang menyebabkan pemisahan kontak sedang mekanisme tetap tertutup

**3.11.7****arus ketahanan waktu singkat**

nilai arus yang PMS-P dapat tahan secara memuaskan untuk waktu yang ditentukan tanpa mengalami kerusakan yang dapat mempengaruhi penggunaan selanjutnya (IEV 441-17-17, dimodifikasi)

**3.11.8****arus ambil alih (*take-over current*)**

koordinasi arus dari perpotongan antara karakteristik trip dari dua gawai proteksi arus lebih secara seri untuk waktu operasi lebih besar atau sama dengan 0,05 detik (IEV 441-17-16, dimodifikasi)

CATATAN Untuk waktu operasi kurang dari 0,05 detik, kedua gawai arus lebih secara seri dianggap sebagai suatu gabungan (lihat Lampiran F).

**3.12 Definisi yang berkaitan dengan terminal dan terminasi****3.12.1****terminasi**

hubungan antara dua bagian konduktif atau lebih yang hanya dapat dilakukan dengan proses khusus

CATATAN Proses khusus tersebut dapat berupa pengelasan, penyolderan atau penyiapan konduktor dengan menggunakan perkakas tujuan khusus.



**3.12.2****terminal**

bagian konduktif suatu gawai yang disediakan untuk hubungan listrik yang dapat digunakan ulang tanpa penggunaan proses khusus

**3.12.2.1****terminal untuk konduktor tak dipersiapkan**

terminal yang tidak memerlukan persiapan khusus dari konduktor selain pengupasan dan pembentukan kembali konduktor sebelum dimasukkan ke dalam terminal atau pemilinan konduktor pilin untuk menyatukan ujungnya

**3.12.2.2****terminal untuk konduktor dipersiapkan**

terminal yang memerlukan persiapan khusus dari konduktor seperti penggunaan sepatu kabel, mata ikan atau gawai sejenis

**3.12.2.3****terminal untuk konduktor internal (terminal pengawatan pabrik)**

terminal untuk hubungan konduktor internal dari perlengkapan

CATATAN PMS-P biasanya, tetapi tidak perlu, dilengkapi dengan terminal untuk konduktor internal.

**3.12.3****terminal jenis sekrup**

terminal untuk penghubungan dan kemudian pemutusan konduktor atau interkoneksi dua atau lebih konduktor yang dapat dilepas, penghubungan dapat dilakukan secara langsung atau tidak langsung dengan sarana sekrup atau mur dari sebarang jenis

**3.12.4****terminal pilar**

terminal jenis sekrup yang konduktornya dimasukkan ke dalam lubang atau rongga dan dijepit di bawah tangkai sekrup. Tekanan jepit dapat diterapkan langsung oleh tangkai sekrup atau melalui elemen penjepit antara, tempat tekanan diterapkan oleh tangkai sekrup

CATATAN Contoh terminal pilar diperlihatkan pada Lampiran E.

**3.12.5****terminal sekrup**

terminal jenis sekrup yang konduktor dijepit di bawah kepala sekrup. Tekanan jepit dapat diterapkan secara langsung oleh kepala sekrup atau melalui suatu bagian antara, seperti ring, pelat penjepit atau gawai antisebar

CATATAN Contoh terminal sekrup diperlihatkan pada Lampiran E.

**3.12.6****terminal paku**

terminal jenis sekrup yang konduktor dijepit di bawah mur. Tekanan jepit dapat diterapkan langsung oleh mur dengan bentuk yang cocok atau melalui suatu bagian antara, seperti ring, pelat penjepit atau gawai antisebar

CATATAN Contoh terminal paku diperlihatkan pada Lampiran E.



### 3.12.7

#### **terminal sadel**

terminal jenis sekrup yang konduktor dijepit di bawah sadel dengan sarana dua atau lebih sekrup atau mur

CATATAN Contoh terminal sadel diperlihatkan pada Lampiran E.

### 3.12.8

#### **terminal sepatu**

terminal sekrup atau terminal paku, dirancang untuk menjepit sepatu kabel atau batang dengan sarana sekrup atau mur

CATATAN Contoh terminal sepatu diperlihatkan pada Lampiran E.

### 3.12.9

#### **terminal nirsekrup (tanpa sekrup)**

terminal untuk penghubungan dan/atau interkoneksi dan kemudian pemutusan satu atau lebih konduktor, penyambungan langsung atau tidak langsung dilakukan dengan sarana selain sekrup

CATATAN Berikut ini tidak dianggap sebagai terminal nirsekrup:

- terminal yang memerlukan pemagunan gawai khusus ke konduktor sebelum menjepitnya ke dalam terminal, misalnya terminal pipih hubung cepat;
- terminal yang memerlukan pembungkusan konduktor, misalnya yang dengan sambungan terbungkus;
- terminal yang menyediakan kontak langsung dengan konduktor dengan sarana tepi atau ujung yang menembus insulasi

Contoh terminal nirsekrup diperlihatkan pada Gambar E.5 sampai E.14.

#### 3.12.9.1

##### **terminal nirsekrup universal**

terminal nirsekrup yang dimaksudkan untuk hubungan semua jenis konduktor

#### 3.12.9.2

##### **terminal nirsekrup nonuniversal**

terminal nirsekrup yang dimaksudkan hanya untuk hubungan jenis tertentu konduktor

CATATAN Contoh:

- Unit penjepit kawat-dorong hanya untuk konduktor pejal;
- Unit penjepit kawat-dorong hanya untuk kawat pejalaku dan kawat pilin kaku.

#### 3.12.10

##### **terminasi pipih hubung cepat**

hubungan listrik yang terdiri dari bilah jantan dan konektor betina yang dapat dimasukkan dan dicabut tanpa penggunaan perkakas

#### 3.12.11

##### **bilah jantan (*male tab*)**

bagian dari terminasi hubung cepat yang menerima konektor betina



CATATAN Contoh bilah jantan diperlihatkan pada Gambar E.6.

### 3.12.12

#### **konektor betina (*female connector*)**

bagian dari terminasi hubung cepat yang didorong ke dalam bilah jantan

CATATAN Contoh konektor betina diperlihatkan pada Gambar E.14

### 3.12.13

#### **lekuk (*detent*)**

lesung (*dimple*) (depresi) atau lubang di bilah jantan yang mengikat bagian yang menonjol pada konektor betina untuk memberikan gerendel pada bagian yang dipasangkan

### 3.12.14

#### **terminasi solder**

bagian konduktif PMS-P yang disediakan sehingga terminasi dapat dibuat dengan penyolderan

### 3.12.15

#### **konduktor eksternal (konduktor pengawatan lapangan)**

setiap kabel, kabel senur, inti atau konduktor yang bagiannya merupakan eksternal perlengkapan yang di dalam atau padanya PMS-P dipasang

### 3.12.16

#### **konduktor terpadu**

konduktor yang digunakan untuk interkoneksi secara permanen bagian-bagian PMS-P

### 3.12.17

#### **konduktor internal (konduktor pengawatan pabrik)**

setiap kabel, kabel senur, inti atau konduktor yang merupakan internal perlengkapan, tetapi bukan konduktor eksternal maupun konduktor terpadu

### 3.12.18

#### **sekrup tap**

sekrup yang dibuat dari bahan yang mempunyai ketahanan yang lebih tinggi terhadap deformasi, saat diterapkan dengan diputar masuk ke lubang pada bahan yang mempunyai ketahanan yang lebih rendah terhadap deformasi dibandingkan sekrup

Sekrup dibuat berulir lancip yang diterapkan pada diameter inti ulir pada bagian ujung sekrup. Ulir yang dihasilkan karena penerapan sekrup terbentuk secara aman hanya setelah dilakukan perputaran yang cukup dengan melebihi jumlah ulir pada bagian lancip.

### 3.12.19

#### **sekrup pembentuk ulir**

sekrup tap dengan ulir yang tak terputus; ulir ini tidak berfungsi untuk mengeluarkan bahan dari lubang

CATATAN Contoh sekrup pembentuk ulir diperlihatkan pada Gambar 1.

### 3.12.20

#### **sekrup pemotong ulir**

sekrup tap dengan ulir yang terputus, ulir dimaksudkan untuk mengeluarkan bahan dari lubang



CATATAN Contoh sekrup pemotong ulir diperlihatkan pada Gambar 2.

### **3.13 Definisi yang berkaitan dengan pengujian**

#### **3.13.1**

##### **uji jenis**

pengujian satu atau lebih gawai yang dibuat dengan rancangan tertentu untuk memperlihatkan bahwa rancangan memenuhi spesifikasi tertentu (IEV 151-04-15)

#### **3.13.2**

##### **uji rutin**

pengujian yang dikenakan pada masing-masing gawai individual selama dan/atau setelah pabrikasi untuk memeriksa apakah gawai tersebut memenuhi kriteria tertentu (IEV 151-04-16, dimodifikasi)

#### **3.13.3**

##### **uji khusus**

pengujian, sebagai tambahan untuk uji jenis dan uji rutin, dilakukan baik atas kehendak pabrikan maupun sesuai dengan kesepakatan antara pabrikan dan pengguna

## **4 Klasifikasi**

PMS-P diklasifikasikan sesuai dengan kriteria berikut.

### **4.1 Besaran kutub**

- jumlah kutub;
- jumlah kutub terproteksi.

CATATAN Kutub yang bukan kutub terproteksi dapat merupakan kutub tidak terproteksi atau netral yang disakelar.

### **4.2 Metode pemasangan**

- jenis permukaan;
- jenis tertanam;
- jenis pemasangan panel;
- jenis pemasangan terpadu.

CATATAN 1 Jenis pemasangan panel terdiri jenis senap-on dan jenis flens.

CATATAN 2 Jenis pemasangan terpadu adalah jenis yang dipasang pada tempatnya dengan sarana pemagun dan tidak memerlukan sarana pemasangan lain.

### **4.3 Metode hubungan**

- PMS-P yang hubungannya tidak digabungkan dengan pemasangan mekanis;
- PMS-P yang satu atau lebih hubungannya digabungkan dengan pemasangan mekanis, sebagai contoh:
  - jenis tusuk;
  - jenis baut;
  - jenis sekrup;



- jenis solder.

CATATAN Beberapa PMS-P dapat berupa jenis tusuk atau jenis baut hanya pada sisi saluran, terminal beban biasanya sesuai untuk hubungan pengawatan.

#### 4.4 Metode operasi

**4.4.1** PMS-P untuk pemutusan otomatis dan hanya penyetelan balik tak otomatis (manual) atau jenis R.

**4.4.2** PMS-P untuk pemutusan otomatis dan penyetelan balik tak otomatis (manual) dilengkapi dengan sarana untuk operasi manual yang dirancang untuk penyakelaran manual sekali-sekali, tapi tidak dirancang untuk operasi penyakelaran manual reguler pada kondisi beban normal atau jenis M.

**4.4.3** PMS-P untuk pemutusan otomatis dan penyetelan balik tak otomatis (manual), dilengkapi dengan sarana untuk operasi manual dan dirancang untuk operasi penyakelaran manual reguler pada kondisi beban normal atau jenis S (lihat catatan 5.2.2).

**4.4.4** PMS-P untuk pemutusan otomatis dan penyetelan balik otomatis atau jenis J.

CATATAN PMS-P jenis J juga dapat dilengkapi dengan sarana operasi manual. Dalam hal ini, persyaratan yang relevan berkaitan dengan jenis yang lain dapat diterapkan.

#### 4.5 Mode trip

**4.5.1** PMS-P trip oleh arus (arus lebih)

Mode trip	Kode penandaan
- termal	TO
- magnetik termal	TM
- magnetik	MO
- magnetik hidrolik	HM
- hibrida elektronik	EH

CATATAN Jenis hibrida elektronik berarti gawai dikendalikan secara elektronik yang digabungkan dengan setiap mode trip lainnya.

**4.5.2** PMS-P trip oleh arus lebih dan tegangan

Mode trip	Kode penandaan
- tegangan lebih	OV
- tegangan kurang	UV

**4.5.3** Sakelar PMS-P

Mode trip	Kode penandaan
- tanpa sarana trip	X
- trip oleh tegangan	Y
- trip oleh sarana mekanis	Z



#### 4.6 Pengaruh suhu sekitar

4.6.1 PMS-P yang operasinya tergantung suhu.

4.6.2 PMS-P yang operasinya tidak tergantung suhu.

#### 4.7 Perilaku bebas trip

4.7.1 Bebas trip (bebas trip positif).

4.7.2 Bebas trip siklus.

4.7.3 Tidak bebas trip.

PMS-P jenis Tidak bebas trip tidak dimaksudkan untuk digunakan pada tugas hubung pendek.

CATATAN Perlu diperhatikan fakta bahwa PMS-P jenis Tidak bebas trip sebaiknya tidak dipasang jika jangkauan dimungkinkan tanpa penggunaan perkakas.

#### 4.8 Pengaruh posisi pemasangan

4.8.1 Independen terhadap posisi pemasangan.

4.8.2 Tergantung pada posisi pemasangan.

#### 4.9 Kinerja listrik

4.9.1 Untuk penggunaan umum, termasuk sirkit induktif.

4.9.2 Untuk penggunaan yang pada dasarnya hanya untuk sirkit resistif.

### 5 Karakteristik PMS-P

#### 5.1 Daftar karakteristik

Karakteristik PMS-P harus dinyatakan dengan istilah berikut, bila dapat diterapkan:

- jumlah kutub, kutub terproteksi (lihat 4.1) dan, jika ada, jalur netral;
- metode pemasangan (lihat 4.2);
- metode hubungan (lihat 4.3);
- metode operasi (lihat 4.4);
- besaran pengenalan (lihat 5.2);
- karakteristik operasi (lihat 3.9).

#### 5.2 Besaran pengenalan

Kecuali ditentukan lain, semua nilai arus dan tegangan adalah nilai efektif.

##### 5.2.1 Tegangan pengenalan

PMS-P ditentukan oleh tegangan pengenalan berikut:



#### 5.2.1.1 Tegangan operasional pengenalan PMS-P ( $U_e$ )

Tegangan operasional pengenalan (selanjutnya disebut sebagai "tegangan pengenalan") dari PMS-P adalah nilai tegangan yang menjadi acuan kinerja.

CATATAN PMS-P yang sama dapat dinyatakan dengan beberapa tegangan pengenalan dan kapasitas penyakelaran pengenalan terkait (lihat 5.2.4).

#### 5.2.1.2 Tegangan insulasi pengenalan ( $U_i$ )

Tegangan insulasi pengenalan PMS-P adalah nilai tegangan yang menjadi acuan uji dielektrik, jarak bebas dan jarak rambat.

Kecuali dinyatakan lain, tegangan insulasi pengenalan adalah nilai tegangan pengenalan maksimum PMS-P. Dalam hal apapun tegangan pengenalan maksimum tidak boleh melebihi tegangan insulasi pengenalan.

#### 5.2.1.3 Tegangan ketahanan impuls pengenalan ( $U_{imp}$ )

Nilai puncak tegangan impuls dari bentuk dan polaritas yang ditentukan sebelumnya, yang PMS-P mampu bertahan tanpa kegagalan pada kondisi yang ditentukan dari pengujian dan yang menjadi acuan nilai jarak bebas.

Tegangan ketahanan impuls pengenalan dari perlengkapan harus sama dengan atau lebih tinggi dari nilai yang dinyatakan untuk tegangan lebih transien yang terjadi di dalam sirkit dimana perlengkapan dipasang.

Korelasi antara tegangan pengenalan sistem suplai dan tegangan ketahanan impuls pengenalan diberikan pada Lampiran H.

Tegangan uji ketahanan impuls untuk verifikasi koordinasi insulasi diberikan pada Tabel 21.

#### 5.2.1.4 Tegangan pengenalan dari pelepas tegangan kurang dan tegangan nol ( $U_n$ )

Tegangan pengenalan dari pelepas tegangan kurang dan/atau tegangan nol adalah nilai tegangan yang menjadi acuan kinerja.

#### 5.2.2 Arus pengenalan ( $I_n$ )

Arus yang ditentukan oleh pabrikan (berdasarkan Tabel 11 dan 12 sesuai kinerja yang dinyatakan) sebagai arus yang PMS-P dirancang untuk menghantarnya pada tugas tak terputus (lihat sub ayat 3.8.5) pada suhu udara sekitar acuan yang ditentukan.

Suhu udara sekitar acuan standar adalah  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

Jika suhu udara sekitar acuan berbeda dari nilai standar maka faktor penurunan peringkatnya sebagaimana diberikan dalam petunjuk pabrikan harus diterapkan (lihat 7.1).

CATATAN Untuk PMS-P jenis S, arus pengenalan yang berbeda dari yang ditentukan sesuai dengan Tabel 11 dapat dinyatakan oleh pabrikan untuk beban induktif.

#### 5.2.3 Frekuensi pengenalan

Frekuensi daya dimana PMS-P ditentukan dan nilai karakteristik lainnya berkaitan.



#### 5.2.4 Kapasitas penyakelaran pengenalan (kapasitas hubung dan putus pengenalan)

Nilai kapasitas penyakelaran yang ditentukan untuk PMS-P (lihat 3.10.5) oleh pabrikan.

CATATAN Kapasitas penyakelaran pengenalan dinyatakan dengan nilai arus, (nilai efektif jika a.b.).

#### 5.2.5 Arus hubung pendek kondisional pengenalan ( $I_{nc}$ )

Nilai arus hubung pendek kondisional (lihat 3.11.5) yang ditetapkan pada PMS-P oleh pabrikan.

CATATAN 1 Standar ini hanya memberikan nilai arus hubung pendek kondisional pengenalan a.b.. Nilai arus hubung pendek pengenalan a.s. dalam pertimbangan.

CATATAN 2 Untuk tujuan standar ini, ditentukan dua kategori kinerja (lihat 5.2.5.1 dan 5.2.5.2).

##### 5.2.5.1 Arus hubung pendek kondisional pengenalan, kategori kinerja PC1 ( $I_{nc1}$ ) (lihat 9.12.4.2)

Nilai arus hubung pendek kondisional pengenalan dengan kondisi yang ditentukan sebelumnya, tidak mencakup kemampuan PMS-P untuk penggunaan selanjutnya.

##### 5.2.5.2 Arus hubung pendek kondisional pengenalan, kategori kinerja PC-2 ( $I_{nc2}$ ) (opsional) (lihat 9.12.4.3)

Nilai arus hubung pendek kondisional pengenalan dengan kondisi yang ditentukan sebelumnya, mencakup kemampuan PMS-P untuk penggunaan selanjutnya.

#### 5.2.6 Kapasitas hubung pendek pengenalan $I_{cn}$

Kapasitas hubung pendek pengenalan PMS-P adalah nilai arus yang ditetapkan untuk PMS-P oleh pabrikan, sesuai dengan 3.10.6.

Kapasitas hubung pendek pengenalan tidak boleh kurang dari:

- $6 I_n$  untuk a.b.;
- $4 I_n$  untuk a.s.

### 5.3 Nilai standar dan nilai yang lebih disukai

#### 5.3.1 Nilai yang lebih disukai dari tegangan pengenalan

Nilai yang lebih disukai dari tegangan pengenalan adalah:

- a.b.:  
60, 120, 240/120, 220, 230, 240, 380/220, 400/230, 415/420, 380, 400, 415, 440 V;

CATATAN Dalam SNI 04-0227-2003 nilai tegangan jaringan 400/230 a.b. telah distandarkan. Nilai ini sebaiknya segera menggantikan 380/220 dan 415/240 V.

- a.s.:  
12, 24, 48, 60, 120, 240, 250 V

#### 5.3.2 Frekuensi pengenalan standar



Frekuensi pengenalan standar adalah: 50, 60, dan 400 Hz.

### 5.3.3 Nilai standar arus hubung pendek kondisional pengenalan

Nilai standar arus hubung pendek kondisional pengenalan adalah:

300, 600, 1000, 1500, 3000 A.

## 6 Penandaan dan informasi produk lainnya

Setiap PMS-P harus diberi tanda yang tahan lama, sebagai berikut:

- a) nama pabrikan atau merek dagang;
- b) kode penandaan jenis, atau nomor seri;
- c) tegangan pengenalan;
- d) arus pengenalan (acuan berkode dapat digunakan: misalnya nilai arus tanpa lambang A, mengikuti kode penandaan jenis;

Jika PMS-P dimaksudkan hanya untuk beban resistif, maka harus dinyatakan dalam katalog pabrikan.

- e) frekuensi pengenalan, bila PMS-P dirancang untuk frekuensi selain dari 50 Hz dan 60 Hz.
- f) suhu udara sekitar acuan untuk PMS-P yang dikalibrasi pada suhu udara sekitar acuan yang berbeda dari nilai standar (lihat 5.2.2), misalnya T40 untuk suhu udara sekitar acuan 40 °C.
- g) batas tegangan operasi (untuk PMS-P peka tegangan);
- h) PMS-P dari jenis dengan celah kontak kurang dari jarak bebas yang ditentukan harus ditandai dengan lambang  $\mu$ ;
- i) metode operasi R, M, S atau J (lihat 4.4);
- k) mode trip (lihat 4.5);
- l) tingkat perilaku bebas trip (lihat 4.7);
- m) kategori tegangan lebih, jika berbeda dari kategori tegangan lebih II, dan tingkat polusi, jika berbeda dari tingkat polusi 2 (lihat 8.1.3);
- n) arus hubung pendek kondisional pengenalan, kategori kinerja PC 1 ( $I_{nc1}$ );
- o) arus hubung pendek kondisional pengenalan, kinerja kategori PC 2 ( $I_{nc2}$ ), jika relevan;
- p) tegangan ketahanan implus pengenalan;
- q) kapasitas hubung pendek pengenalan  $I_{cn}$ , jika dapat diterapkan (lihat 5.2.6);
- r) waktu penyetelan balik sendiri.

Jika pada aparat kecil, ruang yang tersedia tidak cukup untuk semua penandaan di atas, paling sedikit penandaan a), b), dan jika dapat diterapkan g) dan h) harus ditandakan pada gawai, dan jika mungkin c) dan d), sedangkan informasi lain harus diberikan pada katalog pabrikan.

Untuk PMS-P selain yang dioperasikan dengan sarana tombol tekan, posisi buka harus ditunjukkan dengan lambang "O" dan posisi tutup dengan lambang "I" (garis lurus tegak pendek).

Untuk PMS-P yang dioperasikan dengan sarana dua tombol tekan, tombol tekan yang dirancang hanya untuk operasi pembukaan harus diberi tanda merah dan/atau dengan lambang "O".



CATATAN Lambang nasional tambahan untuk "O" dan "L", diizinkan.


Merah tidak boleh digunakan untuk setiap tombol tekan yang lain, tetapi dapat digunakan untuk jenis lain dari aktuator, misalnya gagang, *rocker*, asalkan posisi ON dan OFF diidentifikasi dengan jelas.

Jika perlu dibedakan antara terminal suplai dengan terminal beban, terminal suplai harus ditandai dengan anak panah yang menunjuk ke arah PMS-P dan terminal beban dengan anak panah yang menunjuk keluar dari PMS-P.

CATATAN Tanda nasional atau internasional yang lain, misalnya 1, 3, 5 untuk terminal suplai dan 2, 4, 6 untuk terminal beban, diizinkan.

Terminal yang dimaksudkan khusus untuk netral harus ditandai dengan huruf "N".

Terminal yang dimaksudkan untuk konduktor proteksi, jika ada, harus ditandai dengan

lambang  (IEC 40417-2-5019).

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi dan dengan pengujian 9.3.

Bila mungkin, PMS-P harus dilengkapi dengan diagram pengawatan, kecuali mode yang benar dari hubungan telah jelas.

Pada diagram pengawatan, terminal harus ditandai dengan lambang.

Penandaan harus tahan lama dan mudah dibaca, dan tidak boleh ditempatkan pada sekrup, ring atau bagian yang dapat dilepas lainnya.

## 7 Kondisi standar untuk operasi dalam pelayanan

PMS-P yang sesuai dengan standar ini harus mampu beroperasi pada kondisi standar berikut.

### 7.1 Suhu udara sekitar

#### 7.1.1 Suhu udara sekitar acuan $T$ untuk kalibrasi

Nilai standar suhu udara sekitar acuan adalah  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

Namun PMS-P dapat dikalibrasi pada suhu udara sekitar acuan yang berbeda dari  $T ^\circ\text{C}$ . Dalam hal ini PMS-P tersebut harus ditandai sesuai dengan 6 f).

#### 7.1.2 Batas suhu udara sekitar untuk operasi pelayanan

Untuk kondisi standar (suhu udara sekitar acuan  $T = 23 ^\circ\text{C}$ ), suhu udara sekitar tidak melebihi  $+40 ^\circ\text{C}$  dan rata-ratanya selama periode 24 jam tidak melebihi  $+35 ^\circ\text{C}$ . Batas bawah suhu udara sekitar adalah  $-5 ^\circ\text{C}$ .

Untuk PMS-P dengan suhu udara sekitar acuan  $T$  melebihi  $23 ^\circ\text{C}$ , batas atas dianggap  $(T + 10) ^\circ\text{C}$ . Batas bawah harus diambil dari informasi yang disediakan oleh pabrikan.



## 7.2 Ketinggian

Ketinggian lokasi pemasangan dari permukaan laut tidak melebihi 2000 meter (6600 ft).

Untuk pemasangan pada ketinggian yang lebih tinggi, perlu diperhitungkan penurunan kuat dielektrik dan efek pendinginan udara.

PMS-P yang dimaksudkan untuk digunakan harus dirancang khusus atau digunakan sesuai kesepakatan antara pabrikan dan pemakai.

Informasi yang diberikan dalam katalog pabrikan dapat menggantikan kesepakatan tersebut.

## 7.3 Kondisi atmosfer

Udara bersih dan kelembaban relatifnya tidak melampaui 50 % pada suhu maksimum +40 °C. Kelembaban relatif yang lebih tinggi dapat diizinkan pada suhu yang lebih rendah, misalnya 90 % pada +20 °C.

Perlu diperhatikan sarana yang memadai (misalnya lubang drainase) untuk kondensasi yang moderat yang kadang-kadang dapat terjadi karena variasi suhu.

# 8 Persyaratan untuk konstruksi dan operasi

## 8.1 Rancangan mekanis

### 8.1.1 Umum

PMS-P harus dirancang dan dikonstruksi sehingga dalam pemakaian normal kinerjanya dapat diandalkan dan tidak berbahaya terhadap pengguna atau sekitarnya.

Pada umumnya PMS-P diperiksa dengan melakukan semua pengujian yang relevan yang ditentukan.

### 8.1.2 Mekanisme

Kontak gerak dari PMS-P multikutub harus dikopel secara mekanis sedemikian sehingga semua kutub terproteksi dan nirproteksi menghubungkan dan memutuskan secara bersamaan, apakah dioperasikan secara manual atau secara otomatis, bahkan jika beban lebih terjadi hanya pada satu kutub. Pabrikan harus menunjukkan dalam petunjuknya jika PMS-P bebas trip, PMS-P bebas trip bersiklus atau PMS-P tidak bebas trip.

Suatu PMS-P, kecuali PMS-P jenis J tanpa sarana operasi manual, harus dilengkapi dengan sarana untuk menunjukkan posisi tertutup dan terbukanya yang harus secara mudah dapat dilihat ketika dipasang dengan penutupnya atau pelat penutupnya, jika ada. Jika sarana operasi digunakan untuk menunjukkan posisi kontak, maka harus mempunyai dua posisi berhenti yang berbeda berkaitan dengan posisi kontak, dan sarana operasi, bila dilepas, harus mengambil posisi secara otomatis berkaitan dengan posisi kontak gerak; untuk pembukaan otomatis, dapat dilengkapi suatu posisi ketiga yang berbeda pada sarana operasi.

Gerakan mekanisme harus tidak boleh dipengaruhi oleh posisi selungkup atau tutup dan harus independen dari setiap bagian yang dapat dilepas.



Sarana operasi harus dimagun secara aman pada porosnya dan tidak boleh memungkinkan untuk melepasnya tanpa bantuan perkakas. Sarana operasi yang dimagun secara langsung pada tutup, diizinkan.

Kesesuaian dengan persyaratan di atas diperiksa dengan inspeksi dan dengan pengujian manual.

### **8.1.3 Jarak bebas dan jarak rambat (lihat lampiran B)**

PMS-P harus dikonstruksi sedemikian sehingga jarak bebas dan jarak rambat memadai untuk tahan terhadap stres listrik, mekanis dan termal yang memperhitungkan pengaruh lingkungan yang dapat terjadi selama umur PMS-P yang diperkirakan.

CATATAN 1 Persyaratan dan pengujian tersebut didasarkan pada IEC 60664-1.

Diasumsikan bahwa untuk PMS-P kondisi berikut umumnya dapat diterapkan:

- kategori tegangan lebih II;
- tingkat polusi 2.

CATATAN 2 PMS-P dapat dirancang untuk kategori tegangan lebih dan tingkat polusi lainnya.

CATATAN 3 Jarak rambat tidak boleh kurang dari jarak bebas terkait sedemikian sehingga jarak rambat terpendek yang mungkin sama dengan jarak bebas yang disyaratkan.

#### **8.1.3.1 Jarak bebas**

Jarak bebas PMS-P harus diberi dimensi untuk tahan terhadap tegangan ketahanan impuls pengenalan yang dinyatakan oleh pabrikan sesuai dengan 5.2.1.3, dengan memperhitungkan tegangan pengenalan dan kategori tegangan lebih seperti ditunjukkan Tabel H.1 Lampiran H.

Dimensi yang sesuai dengan Tabel 1 dianggap memenuhi uji tegangan ketahanan impuls.

CATATAN Korelasi antara tegangan pengenalan sistem suplai dan tegangan fase ke netral, yang relevan untuk menentukan tegangan impuls pengenalan diberikan dalam Lampiran H.

##### **8.1.3.1.1 Jarak bebas untuk insulasi dasar**

Jarak bebas untuk insulasi dasar tidak boleh kurang dari nilai yang ditunjukkan pada Tabel 1. Jarak bebas yang lebih kecil dapat digunakan jika PMS-P memenuhi uji tegangan ketahanan impuls pada 9.7.6 tetapi hanya jika bagian tersebut kaku atau ditempatkan dengan cetakan atau jika konstruksinya sedemikian sehingga tidak mungkin jarak berkurang karena dismomen, karena gerakan bagian tersebut atau selama pemasangan, hubungan dan pelayanan pada penggunaan normal pada suatu nilai sedemikian sehingga PMS-P tidak lagi memenuhi uji tegangan ketahanan impuls.

Kesesuaian diperiksa dengan pengukuran, atau jika perlu dengan pengujian 9.7.6.

##### **8.1.3.1.2 Jarak bebas untuk insulasi fungsional**

Jarak bebas untuk insulasi fungsional tidak boleh kurang dari yang ditentukan pada Tabel 1. Jarak bebas yang lebih kecil dapat digunakan pada kondisi yang ditentukan untuk insulasi dasar.

Kesesuaian diperiksa dengan pengukuran, atau jika perlu dengan pengujian 9.7.6.



#### 8.1.3.1.3 Jarak bebas untuk insulasi suplemen

Jarak bebas untuk insulasi suplemen tidak boleh kurang dari yang ditentukan untuk insulasi dasar pada 8.1.3.1.1 kecuali bahwa jarak bebas yang lebih kecil dari yang ditentukan pada Tabel 1 tidak diizinkan.

Kesesuaian diperiksa dengan pengukuran.

CATATAN Insulasi suplemen digunakan bersama dengan insulasi dasar.

#### 8.1.3.1.4 Jarak bebas untuk insulasi diperkuat

Jarak bebas untuk insulasi diperkuat tidak boleh kurang dari yang ditentukan pada Tabel 1.

Kesesuaian diperiksa dengan pengukuran.

**Tabel 1 Jarak bebas minimum untuk insulasi dasar dan diperkuat**

Tegangan ketahanan impuls pengenalan $V^a)$	Jarak bebas minimum <sup>d)</sup> (mm)					
	Tingkat polusi untuk insulasi dasar			Tingkat polusi untuk insulasi diperkuat		
	1	2 (lihat 8.1.3)	3	1	2 (lihat 8.1.3)	3
330	0,01	0,2 <sup>b) c)</sup>	0,8 <sup>c)</sup>	0,04	0,2 <sup>b) c)</sup>	0,8 <sup>c)</sup>
500	0,04	0,2 <sup>b) c)</sup>	0,8 <sup>c)</sup>	0,10	0,2 <sup>b) c)</sup>	0,8 <sup>c)</sup>
800	0,10	0,2 <sup>b) c)</sup>	0,8 <sup>c)</sup>	0,5	0,5	0,8 <sup>c)</sup>
1 500	0,5	0,5	0,8 <sup>c)</sup>	1,5	1,5	1,5
2 500	1,5	1,5	1,5	3	3	3
4 000	3	3	3	5,5	5,5	5,5
6 000	5,5	5,5	5,5	8	8	8

a) Tegangan ini adalah :

- untuk insulasi fungsional: tegangan impuls maksimum yang diperkirakan terjadi lewat jarak bebas;
- untuk insulasi dasar yang langsung terkena atau secara signifikan dipengaruhi oleh tegangan lebih transien dari suplai tegangan rendah: tahanan impuls pengenalan PMS-P;
- untuk insulasi dasar yang tidak langsung terkena atau secara signifikan dipengaruhi oleh tegangan lebih transien dari suplai tegangan rendah; tegangan impuls tertinggi yang dapat terjadi pada sirkit.

b) Untuk bahan pengawatan tercetak di dalam PMS-P, berlaku nilai tingkat polusi 1, kecuali nilai tersebut tidak boleh kurang dari 0,04 mm;

c) Nilai jarak bebas minimum berdasarkan pengalaman selain berdasarkan data fundamental;

d) PMS-P dengan celah kontak kurang dari jarak bebas minimum yang ditentukan diizinkan tetapi harus ditandai dengan lambang  $\mu$ .



#### 8.1.3.1.5 Jarak bebas melewati pemutusan mikro

Jarak bebas melewati pemutusan mikro harus diberikan dimensi untuk tahan terhadap tegangan lebih temporer (lihat 3.4.4).

Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9.11.1.3.

#### 8.1.3.1.6 Jarak bebas melewati pemutusan penuh

Jarak bebas melewati pemutusan penuh harus diberi dimensi untuk tahan terhadap tegangan lebih transien. Jarak bebas tersebut tidak boleh kurang dari yang ditentukan pada Tabel 1 untuk insulasi dasar. Jarak yang lebih kecil dapat digunakan jika PMS-P setelah pengujian 9.9 dan 9.11 mampu menahan tegangan uji yang sesuai dengan uji tegangan ketahanan impuls melewati kontak buka.

Kesesuaian diperiksa dengan pengukuran atau dengan pengujian 9.7.6.

#### 8.1.3.2 Jarak rambat

Jarak rambat dari PMS-P tidak boleh kurang dari yang sesuai untuk tegangan yang diperkirakan terjadi pada penggunaan normal, dengan memperhitungkan kelompok bahan dan tingkat polusi.

##### 8.1.3.2.1 Jarak rambat untuk insulasi dasar

Jarak rambat untuk insulasi dasar tidak boleh kurang dari yang ditentukan pada Tabel 2.

CATATAN Jarak rambat tidak boleh kurang dari jarak bebas terkait.

Hubungan antara kelompok bahan dan nilai indeks tahan jalur (PTI = *proof tracking index*) adalah sebagai berikut.

Kelompok bahan I	$600 \leq \text{PTI}$
Kelompok bahan II	$400 \leq \text{PTI} < 600$
Kelompok bahan III a	$175 \leq \text{PTI} < 400$
Kelompok bahan III b	$100 \leq \text{PTI} < 175$

Untuk bahan sirkit tercetak berlaku nilai indeks jalur komparatif (CTI = *comparative tracking index*).

CATATAN Nilai CTI diperoleh sesuai dengan IEC 60112 dengan menggunakan solusi A.

Kesesuaian diperiksa dengan pengukuran.

##### 8.1.3.2.2 Jarak rambat untuk insulasi fungsional

Jarak rambat untuk insulasi fungsional tidak boleh kurang dari yang ditentukan pada Tabel 2.

Kesesuaian diperiksa dengan pengukuran.

CATATAN Untuk gelas, keramik dan bahan anorganik lainnya, yang tidak terkena oleh penjaluran, jarak rambat tidak perlu lebih besar dari jarak bebas terkaitnya.



**Tabel 2 Jarak rambat minimum**

Tegangan kerja melewati jarak rambat (V)	Papan sirkit tercetak <sup>f</sup> Tingkat polusi		Jarak rambat minimum untuk insulasi dasar Tingkat polusi <sup>e</sup>						
	1 <sup>b</sup>	2 <sup>c</sup>	1 <sup>b</sup>	2 (lihat 8.1.3)			3		
				Kelompok bahan			Kelompok bahan		
	(mm)	(mm)	(mm)	I (mm)	II (mm)	III <sup>d</sup> (mm)	I (mm)	II (mm)	III <sup>d</sup> (mm)
10	0,025	0,04	0,08	0,04	0,04	0,04	1,0	1,0	1,0
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42	1,05	1,05	1,05
16	0,025	0,04	0,10	0,45	0,45	0,45	1,1	1,1	1,1
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48	1,2	1,2	1,2
25	0,025	0,04	0,125	0,50	0,50	0,50	1,25	1,25	1,25
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53	1,3	1,3	1,3
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2	1,5	1,7	1,9
63	0,04	0,063	0,20	0,63	0,9	1,25	1,6	1,8	2,0
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1
100	0,1	0,16	0,25	0,74	1,0	1,4	1,8	2,0	2,2
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6	2,0	2,2	2,5
208	0,4	0,63	0,42	1,0	1,4	2,0	2,5	2,8	3,2
250	0,56	1,0	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4,0
320	0,75	1,6	0,756	1,6	2,2	3,2	4,0	4,5	5,0
400	1,0	2,0	1,0	2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3
500 <sup>a</sup>	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5,0	6,3	7,1	8,0

<sup>a</sup> Untuk tegangan kerja yang lebih tinggi, berlaku nilai dari Tabel 4 IEC 60664-1  
<sup>b</sup> Kelompok bahan I, II, III a dan III b.  
<sup>c</sup> Kelompok bahan I, II dan III a  
<sup>d</sup> Kelompok bahan III termasuk III a dan III b  
<sup>e</sup> Di dalam PMS-P, lingkungan mikro dianggap berlaku  
<sup>f</sup> Untuk papan sirkit tercetak dengan lapisan sesuai dengan IEC 60664-3, nilai ini tidak perlu diterapkan

**8.1.3.2.3 Jarak rambat insulasi suplemen**

Jarak rambat insulasi suplemen tidak boleh kurang dari yang ditentukan untuk insulasi dasar.

Kesesuaian diperiksa dengan pengukuran.

**8.1.3.2.4 Jarak rambat untuk insulasi diperkuat**

Jarak rambat untuk insulasi diperkuat tidak boleh kurang dari dua kali yang ditentukan untuk insulasi dasar.



Kesesuaian diperiksa dengan pengukuran.

#### 8.1.4 Sekrup, bagian hantar arus dan hubungan

**8.1.4.1** Hubungan, mekanis atau listrik, harus tahan terhadap stres mekanis yang terjadi dalam penggunaan normal.

Hubungan bersekrup dipertimbangkan diperiksa dengan pengujian 9.8, 9.9, 9.11, 9.13 dan 9.14.

**8.1.4.2** Hubungan listrik harus dirancang sedemikian sehingga tekanan kontak tidak ditransmisikan melalui bahan insulasi selain keramik, mika murni atau bahan lainnya dengan karakteristik yang memadai, kecuali ada gaya pegas yang cukup pada bagian logam untuk mengompensasi setiap pengerutan atau pelenturan (*yielding*) yang mungkin dari bahan insulasi tersebut.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi.

CATATAN Kesesuaian bahan diases berkaitan dengan kestabilan dimensional.

**8.1.4.3** Bagian hantar arus dan kontak yang dimaksudkan untuk konduktor proteksi haruslah:

- tembaga;
- suatu paduan yang mengandung sekurang-kurangnya 58% tembaga untuk bagian yang bekerja dingin, atau sekurang-kurangnya 50% tembaga untuk bagian lainnya; atau
- logam lain atau logam bersalut yang cocok, tidak kurang tahan terhadap korosi dibandingkan dengan tembaga dan mempunyai sifat mekanis yang memadai.

CATATAN Persyaratan baru, yang akan diverifikasi dengan suatu pengujian untuk menentukan ketahanan terhadap korosi, sedang dipertimbangkan. Persyaratan ini memperbolehkan bahan lainnya digunakan jika tersalut secara memadai.

Persyaratan ini tidak berlaku untuk kontak, sirkit magnetik, elemen pemanas, dwilogam, shunt, bagian dari gawai elektronik, dan juga tidak berlaku untuk sekrup, mur, ring, pelat penjepit dan bagian terminal yang sejenis.

#### 8.1.5 Terminal jenis sekrup dan nirsekrup

**8.1.5.1** Terminal haruslah sedemikian sehingga konduktor dapat dihubungkan guna memastikan tersedianya tekanan kontak yang diperlukan.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi, dan dengan pengujian 9.5.1.

**8.1.5.2** Terminal harus dimagun sedemikian sehingga terminal tidak menjadi longgar saat konduktor dihubungkan atau diputuskan.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi, dengan pengukuran dan dengan pengujian 9.4.1.

**8.1.5.3** Terminal untuk hubungan konduktor eksternal (lihat 3.12.15) harus memperbolehkan hubungan konduktor tembaga yang mempunyai luas penampang nominal seperti ditunjukkan pada Tabel 3.



Terminal untuk konduktor, konduktor internal (lihat 3.12.17) dan konduktor terpadu (lihat 3.12.16) harus memperbolehkan hubungan konduktor tembaga berdiameter terbesar dan terkecil yang ditentukan oleh pabrikan, harus digunakan. Jika tidak ditentukan, Tabel 3 dapat diterapkan.

Contoh bentuk yang mungkin dan dimensi yang mungkin dari terminal ditunjukkan pada Lampiran E.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi, dan dengan memasang konduktor dari jenis yang dinyatakan dengan luas penampang terkecil dan terbesar yang ditentukan.

**Tabel 3 Luas penampang dapat terhubung dari konduktor tembaga eksternal untuk terminal jenis sekrup dan nirsekrup**

Arus pengenalan (A)	Julat penampang nominal yang dijepit (mm <sup>2</sup> )
Sampai dengan 6	0,5 - 1,0
Di atas 6 sampai dengan 13	0,75 - 1,5
Di atas 13 sampai dengan 20	1,0 - 2,5
Di atas 20 sampai dengan 25	1,5 - 4
Di atas 25 sampai dengan 32	2,5 - 6
Di atas 32 sampai dengan 50	4 - 10
Di atas 50 sampai dengan 63	6 - 16
Di atas 63 sampai dengan 80	10 - 25
Di atas 80 sampai dengan 100	16 - 35
Di atas 100 sampai dengan 125	25 - 50
CATATAN Akomodasi dari luas penampang yang lebih rendah dan lebih tinggi diizinkan	

**8.1.5.4** Terminal untuk konduktor tembaga tak dipersiapkan yang cocok untuk hubungan konduktor fleksibel (eksternal) harus ditempatkan atau diselubungi sedemikian sehingga jika suatu kawat dari konduktor fleksibel keluar dari terminal saat konduktor dipasang, tidak ada risiko kontak antara bagian aktif dengan bagian logam dapat terjangkau, dan untuk PMS-P untuk peranti kelas II, antara bagian aktif dan bagian logam dipisah dari bagian logam yang dapat terjangkau hanya oleh insulasi suplemen.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi dan dengan pengujian 9.5.3.



**8.1.5.5** Sarana untuk menjepit konduktor pada terminal tidak boleh untuk memagun setiap komponen lain, meskipun penjepit dapat memegang terminal pada tempatnya atau mencegah dari perputaran.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi atau dengan pengujian 9.5.

**8.1.5.6** Terminal harus dirancang sedemikian sehingga pemasukan konduktor dicegah dengan penghentian jika pemasukan lebih lanjut dapat mengurangi jarak rambat dan/atau jarak bebas atau mempengaruhi mekanisme PMS-P.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi.

**8.1.5.7** Terminal harus dirancang sedemikian sehingga menjepit konduktor tanpa kerusakan yang tidak semestinya pada konduktor itu sendiri.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi dan dengan pengujian 9.5.2.

**8.1.5.8** Terminal harus dirancang sedemikian sehingga membuat hubungan yang andal antar permukaan logam dan tanpa kerusakan yang tidak semestinya pada konduktor tersebut.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi dan dengan pengujian 9.4 dan 9.5.

**8.1.5.9** Terminal harus menjepit konduktor antar permukaan logam, kecuali untuk permukaan yang dimaksudkan untuk digunakan pada sirkit konduktor arus yang tidak melebihi 0,2 A, salah satu dari permukaan boleh bukan logam.

**8.1.5.10** Terminal untuk arus pengenalan sampai dengan 32 A, yang dimaksudkan untuk hubungan konduktor eksternal, harus membolehkan hubungan konduktor tembaga tak dipersiapkan.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi.

**8.1.5.11** Terminal untuk konduktor tembaga dipersiapkan harus cocok dengan tujuannya saat hubungan dilakukan seperti ditentukan oleh pabrikan dalam petunjuknya.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi dan dengan pengujian 9.5.3.

**8.1.5.12** Terminal jenis sekrup harus mempunyai kekuatan yang memadai. Sekrup dan mur untuk menjepit konduktor harus mempunyai ulir ISO metrik atau ulir yang sebanding *pitch* dan kuat mekanisnya.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi dan dengan pengujian 9.4 dan 9.5.1.

**CATATAN** Untuk sementara ulir SI, BA, dan UN dapat digunakan bila diperkirakan pada prakteknya *pitch* dan kuat mekanisnya setara dengan ulir ISO metrik.

**8.1.5.13** Sekrup atau mur penjepit terminal yang dimaksudkan untuk hubungan konduktor proteksi harus cukup aman terhadap kelonggaran tak sengaja.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi dan dengan pengujian 9.5.



Umumnya rancangan terminal sesuai Gambar E.1 sampai E.4, memberikan gaya pegas yang cukup untuk memenuhi persyaratan ini. Untuk rancangan lainnya, ketentuan khusus, seperti penggunaan bagian berpegas yang memadai yang tidak mungkin dilepaskan dengan kurang hati-hati, mungkin diperlukan.

**8.1.5.14** Sekrup dan mur terminal yang dimaksudkan untuk hubungan konduktor eksternal harus terkait dengan ulir logam dan sekrup tersebut tidak boleh dari jenis tap.

**8.1.5.15** Untuk terminal pilar, jarak antara sekrup penjepit dan ujung konduktor jika dimasukkan seluruhnya harus sekurang-kurangnya seperti ditentukan pada Tabel 4.

Jarak minimum antara sekrup penjepit dengan ujung konduktor hanya berlaku untuk terminal pilar yang konduktor tidak dapat melewatinya.

**Tabel 4 Jarak minimum antara sekrup penjepit dan ujung konduktor jika dimasukkan seluruhnya**

Arus pengenalan (A)	Nilai minimum (mm)	
	Dengan satu sekrup penjepit	Dengan dua sekrup penjepit
Sampai dengan 6	1,5	1,5
di atas 6 sampai dengan 13	1,5	1,5
di atas 13 sampai dengan 20	1,8	1,5
di atas 20 sampai dengan 25	1,8	1,5
di atas 25 sampai dengan 32	2,0	1,5
di atas 32 sampai dengan 50	2,5	2,0
di atas 50 sampai dengan 80	3,0	2,0
di atas 80 sampai dengan 100	4,0	3,0
di atas 100 sampai dengan 125	Dalam pertimbangan	Dalam pertimbangan

Kesesuaian diperiksa dengan pengukuran setelah konduktor pejal dengan luas penampang terbesar yang ditentukan oleh pabrikan telah seluruhnya dimasukkan dan dijepit dengan momen yang ditunjukkan pada Tabel 15.

**8.1.5.16** Terminal nirsekrup (lihat Gambar E.5), kecuali ditentukan lain oleh pabrikan, harus menerima konduktor seperti ditunjukkan pada Tabel 3, dalam hal tersebut tidak diperlukan penandaan.

Jika suatu terminal nirsekrup hanya dapat menerima konduktor pejal, maka hal ini harus secara jelas ditandai pada ujung produk, untuk tujuan penghubungan, dengan huruf "sol" atau ditunjukkan pada unit kemasan terkecil atau pada informasi teknis dan/atau katalog pabrikan.



Jika suatu terminal nirsekrup hanya dapat menerima konduktor kaku (pejal dan pilin), maka hal ini harus secara jelas ditandai pada ujung produk, untuk tujuan penghubungan, dengan huruf "r" atau ditunjukkan pada unit kemasan terkecil atau pada informasi teknis dan/atau katalog pabrikan.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi dan dengan pengujian 9.4.1.

**8.1.5.17** Terminal nirsekrup harus tahan terhadap stres mekanis yang terjadi pada penggunaan normal. Penghubungan dan pemutusan konduktor tersebut harus dilaksanakan sebagai berikut.

- pada terminal universal, dengan penggunaan perkakas serba guna atau dengan gawai yang terpadu dengan terminal dan dirancang senantiasa terbuka untuk pemasukan dan penarikan konduktor;
- pada terminal kawat dorong, dengan pemasukan sederhana. Untuk pemutusan konduktor, harus diperlukan suatu operasi selain dari penarikan konduktor.

Penggunaan perkakas serba guna atau gawai yang tepat, terpadu dengan terminal, diizinkan guna "membuka"nya dan membantu pemasukan atau penarikan konduktor.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi atau dengan pengujian 9.4.

**8.1.5.18** Terminal nirsekrup harus mengizinkan hubungan yang tepat dari konduktor.

CATATAN 1 Jenis terminal ini sebaiknya tidak digunakan untuk arus pengenal yang lebih tinggi dari 16 A.

Cara pemasukan dan penarikan konduktor harus jelas, atau petunjuk harus disediakan oleh pabrikan.

CATATAN 2 Contoh terminal nirsekrup diperlihatkan pada Gambar E.5.

Penarikan yang dimaksudkan dari konduktor harus memerlukan operasi, selain dari penarikan konduktor, sedemikian sehingga dapat dipengaruhi secara manual dengan atau tanpa bantuan perkakas pada penggunaan normal.

Bukaan untuk penggunaan perkakas yang dimaksudkan untuk membantu pemasangan dan penarikan harus secara jelas dibedakan dari bukaan untuk konduktor.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi, dengan pengukuran dan dengan pemasukan konduktor fleksibel dan/atau kaku yang sesuai, dengan luas penampang sesuai dengan Tabel 3.

**8.1.5.19** Terminal nirsekrup yang dimaksudkan untuk digunakan untuk antar hubungan lebih dari satu konduktor harus dirancang sedemikian sehingga, setelah pemasukan, operasi sarana penjepit dari salah satu konduktor independen terhadap operasi sarana penjepit dari konduktor lain. Selama pemutusan, konduktor dapat ditarik secara serentak atau terpisah.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi dan dengan pengujian gabungan seperti ditentukan oleh pabrikan.



### 8.1.6 Terminasi solder

**8.1.6.1** Terminasi solder harus mempunyai kemampusolderan yang cukup.

Kesesuaian diperiksa dengan menerapkan pengujian 9.4.2.1.

**8.1.6.2** Bahan yang berdekatan dengan terminasi solder harus mempunyai ketahanan yang cukup terhadap bahang penyolderan.

Kesesuaian diperiksa dengan menerapkan pengujian 9.4.2.2.

**8.1.6.3** Terminasi solder harus dilengkapi dengan sarana untuk secara mekanis mengamankan konduktor pada tempatnya independen terhadap solder.

Sarana demikian dapat dilengkapi dengan:

- lubang yang cocok untuk mencantelkan konduktor;
- membentuk tepi terminal untuk mengizinkan konduktor dililitkan sekeliling terminal sebelum penyolderan;
- sarana penjepit yang berdekatan dengan hubungan solder.

**CATATAN** Terminasi solder untuk hubungan pada papan sirkuit tercetak tidak dipertimbangkan dalam standar ini.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi.

**8.1.7** Bilah jantan pipih hubung cepat (Gambar E.6 hingga E.13)

**8.1.7.1** Bilah jantan harus memenuhi dimensi dari Tabel 5, 6, dan 7.

**CATATAN** Dimensi lain sesuai dengan standar nasional yang berlaku diizinkan untuk periode transisi 10 tahun.



**Tabel 5 Ukuran bilah dalam milimeter – Dimensi A, B, C, D, E, F, J, M, N, P, dan Q**

Ukuran nominal		A	B min.	C	D	E	F	J*	M	N	P	Q min.
2,8 x 0,5	Lesung	0,6 0,3	7,0	0,54 0,47	2,90 2,70	1,8 1,3	1,3 1,1	12° 8°	1,7 1,4	1,4 1,0	1,4 0,3	8,1
	Lubang	0,6 0,3	7,0	0,54 0,47	2,90 2,70	1,8 1,3	1,3 1,1	12° 8°			1,4 0,3	8,1
2,8 x 0,8	Lesung	0,6 0,3	7,0	0,84 0,77	2,90 2,70	1,8 1,3	1,3 1,1	12° 8°	1,7 1,4	1,4 1,0	1,4 0,3	8,1
	Lubang	0,6 0,3	7,0	0,84 0,77	2,90 2,70	1,8 1,3	1,3 1,1	12° 8°			1,4 0,3	8,1
4,8 x 0,8	Lesung	1,0 0,7	6,2	0,84 0,77	4,80 4,60	2,8 2,3	1,5 1,3	12° 8°	1,7 1,4	1,5 1,2	1,8 0,7	7,3
	Lubang	1,0 0,6	6,2	0,84 0,77	4,90 4,67	3,4 3,0	1,5 1,3	12° 8°			1,8 0,7	7,3
6,3 x 0,8	Lesung	1,0 0,7	7,8	0,84 0,77	6,40 6,20	4,1 3,6	2,0 1,6	12° 8°	2,5 2,2	2,0 1,8	1,8 0,7	8,9
	Lubang	1,0 0,5	7,8	0,84 0,77	6,40 6,20	4,7 4,3	2,0 1,6	12° 8°			1,8 0,7	8,9
9,5 x 1,2	Lubang	1,3 0,7	12,0	1,23 1,17	9,60 9,40	5,5 4,5	2,0 1,7	14° 6°			2,0 1,0	13,1
* Penyolderan kawat ke bilah dan modifikasi dimensi yang relevan, jika diperlukan, dalam pertimbangan.												



**Tabel 6 Ukuran bilah dalam milimeter – Dimensi H, I, T, K, R, G, L, S dan U**

Ukuran nominal		<i>H</i>	<i>I</i>	<i>T</i> *	<i>K</i>	<i>R</i>	<i>G</i>	<i>L</i>	<i>S</i>	<i>U</i>
2,8 x 0,5	Lesung				1,7 mak	7,0 mak				
	Lubang	1,7 mak	2,7 mak							
2,8 x 0,8	Lesung				1,7 mak	7,0 mak				
	Lubang	1,7 mak	2,7 mak	1 min						
4,8 x 0,8	Lesung				1,7 mak	6,2 mak	1,6 mak	0,7 ± 0,1	1,0 ± 0,2	0,5 ± 0,2
	Lubang	2,2 mak	4,2 mak	2 min			1,6 mak	0,7 ± 0,1	1,0 ± 0,2	
6,3 x 0,8	Lesung				2,5 mak	7,8 mak	2,9 mak	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,2	0,5 ± 0,2
	Lubang	3,5 mak	5,5 mak	2 min			2,9 mak	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,2	
9,5 x 1,2	Lesung				4 mak	12,0 mak	2,9 mak	1,5 ± 0,1	1,4 ± 0,2	0,7 ± 0,2
	Lubang	5 mak	7,5 mak	2,5			2,9 mak	1,5 ± 0,1	1,4 ± 0,2	
* Jika Gambar E.10 dan E.11 digabungkan, ukuran <i>T</i> harus lebih besar dari nilai aktual dimensi <i>G</i> tambah tebal <i>C</i> bahan tersebut										

Jika tidak ditentukan lain pada Tabel 7, dimensi *E1* dan *F1* harus memenuhi dimensi setara sesuai dengan Tabel 5 dan 6 untuk ukuran yang lebih besar dari bilah jantan, dan dimensi *B2*, *E2* dan *F2* dengan ukuran lebih kecil dari bilah jantan.

Contoh rancangan dan dimensi terminasi pipih hubung cepat ditunjukkan pada Gambar E.6 hingga E.13.

**8.1.7.2** Bilah jantan dapat mempunyai lekuk opsional untuk penggrendelan. Lekuk lesung bulat, lekuk lesung segiempat dan lekuk lubang harus ditempatkan pada daerah berarsir sepanjang garis pusat bilah jantan seperti ditunjukkan pada Gambar E.10.

**CATATAN** Bilah jantan dapat mempunyai lubang yang lebih besar untuk memungkinkan penyolderan.



**Tabel 7 Dimensi dalam milimeter dari bilah jantan gabungan untuk dua ukuran yang berbeda dari konektor betina**

Jenis sesuai gambar					
Ukuran nominal (mm)	<i>E1</i>	<i>F1</i>	<i>B2</i>	<i>E2</i>	<i>F2</i>
2,8 x 0,8			6 min.	2,0...2,4	1,3...1,5
6,3 x 0,8	4,0 ..... 4,5	1,6 ..... 1,9			

**8.1.7.3** Ketentuan untuk larangan tak dapat dibalik dapat ditempatkan pada daerah "LG" dari Gambar E.11 dan "KR" dari Gambar E.12 sepanjang garis pusat bilah jantan.

CATATAN 1 Jika Gambar E.10 dan E.11 digabungkan, *T* harus lebih besar dari nilai aktual *G* ditambah tebal *C* dari bahan tersebut. Untuk nilai *T*, *G* dan *C* lihat Tabel 5 dan 6.

CATATAN 2 Bilah jantan sesuai Gambar E.12 tidak dirancang untuk mempunyai lubang atau lesung sesuai nilai *E* dan *F* dari Tabel 5.

**8.1.7.4** Bilah jantan harus dirancang sedemikian sehingga memungkinkan pemasukan dan penarikan salah satu konektor betina dengan benar yang diperlihatkan dalam Gambar E.14 tanpa kerusakan yang mengganggu penggunaan PMS-P selanjutnya.

Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9.4.3.1.

**8.1.7.5** Bilah jantan harus ditahan dengan aman

Kesesuaian diperiksa dengan uji gaya beban lebih mekanis 9.4.3.2.

**8.1.7.6** Bilah jantan seperti yang ditunjukkan pada Gambar E.13 dapat mempunyai rancangan yang memungkinkan hubungan dua ukuran yang berbeda dari konektor betina.

**8.1.7.7** Bilah jantan dengan ukuran dan rancangan yang serupa dan dengan dimensi yang serupa dengan yang diperlihatkan dalam Tabel 5 dan 6 harus diizinkan bila bilah jantan tersebut mampu lulus uji kesesuaian dengan konektor betina yang diperlihatkan pada Gambar E.14.

Contoh konektor betina dan dimensi yang mungkin diberikan pada Gambar E.14.

Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9.4.3.

**8.1.7.8** Bilah jantan yang tidak mempunyai kriteria dimensi yang diperlihatkan pada 8.1.7.1 dan 8.1.7.7 diizinkan hanya jika dimensi dan bentuk begitu berbeda untuk mencegah setiap penyatuan dengan konektor betina yang ditunjukkan pada Gambar E.14.

**8.1.7.9** Bilah jantan harus cukup diberi ruang untuk memungkinkan hubungan dengan konektor betina tak terinsulasi yang sesuai.

Kesesuaian diperiksa dengan menerapkan terhadap masing-masing rancangan/konfigurasi bilah jantan yang berbeda, suatu konektor betina yang cocok sesuai petunjuk pabrikan pada orientasi paling parah; selama operasi ini, tidak ada regangan atau distorsi yang terjadi pada setiap bilah jantan atau pada bagian terdekatnya, juga tidak boleh terjadi jarak rambat atau jarak bebas dikurangi ke nilai yang kurang dari yang ditentukan pada 8.1.3.



**CATATAN** Kenop yang tak dapat dibalik dapat dimasukkan sedemikian sehingga konektor betina hanya dapat diterapkan pada satu arah, sedemikian sehingga konektor betina tidak dapat dimasukkan dengan posisi terbalik.

Untuk bilah jantan yang sesuai dengan Gambar E.11 atau E.2 konektor betina yang cocok adalah yang diperlihatkan pada Gambar E.14.

## **8.2 Proteksi dari kejut listrik**

Bagian PMS-P yang dapat terjangkau setelah pemasangan pada perlengkapan harus menyediakan proteksi dari kejut listrik.

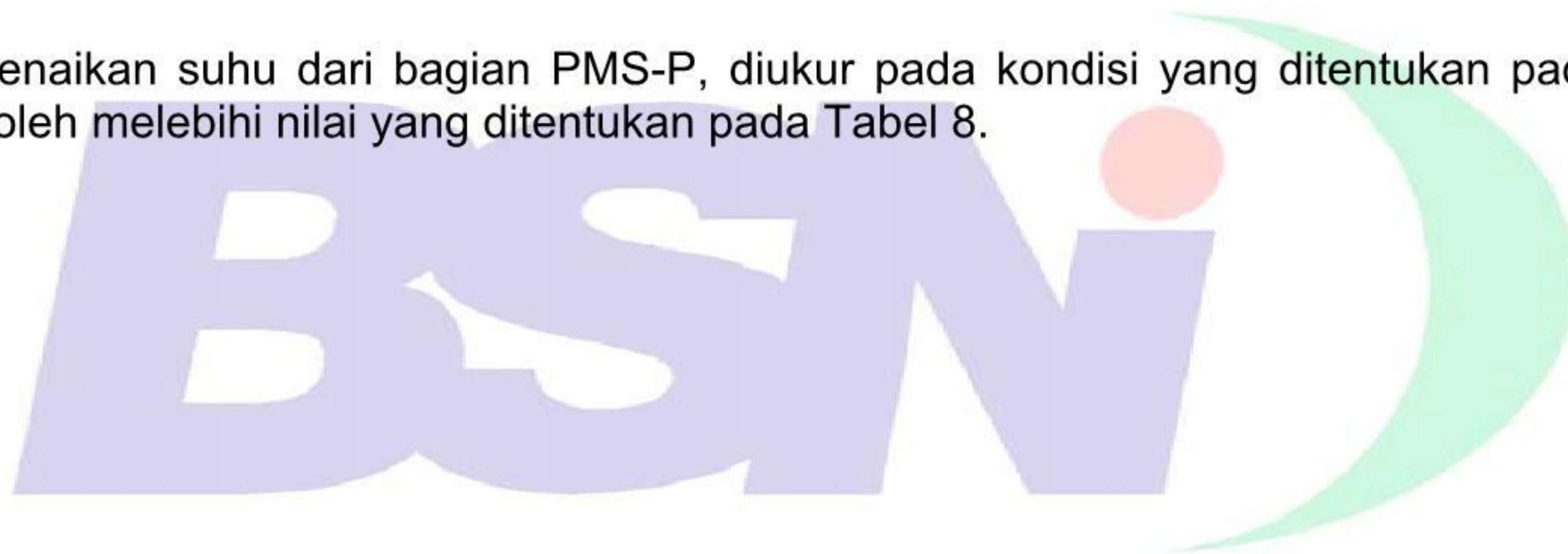
Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9.6.

Kelengkapan proteksi dari kejut listrik setelah pemasangan PMS-P adalah tanggung jawab pabrikan perlengkapan.

## **8.3 Kenaikan suhu**

### **8.3.1 Batas kenaikan suhu**

Kenaikan suhu dari bagian PMS-P, diukur pada kondisi yang ditentukan pada 9.8.2, tidak boleh melebihi nilai yang ditentukan pada Tabel 8.





**Tabel 8 Nilai kenaikan suhu untuk PMS-P untuk suhu udara sekitar acuan yang berbeda ( $T$ )**

Bagian-bagian <sup>a b</sup>	Kenaikan suhu ( $K$ ) sesuai dengan $T^e$		
	$T=23\text{ }^{\circ}\text{C}^f$ (nilai standar)	$T=40\text{ }^{\circ}\text{C}^f$	$T=55\text{ }^{\circ}\text{C}^f$
Terminal <sup>c</sup>	60 <sup>d</sup>	50 <sup>d</sup>	35 <sup>d</sup>
Bagian eksternal yang dapat disentuh selama operasi manual, termasuk sarana operasi bahan insulasi	55	40	25
Bagian logam eksternal dari sarana operasi.	35	25	10
Bagian eksternal lainnya, termasuk muka PMS-P yang kontak langsung dengan permukaan pemasangan	70	60	45
<p>A Tidak ada nilai yang ditentukan untuk kontak, karena rancangan kebanyakan PMS-P sedemikian sehingga pengukuran langsung suhu dari bagian tersebut tidak dapat dilakukan tanpa risiko yang menyebabkan perubahan atau pemindahan bagian yang mungkin mempengaruhi kemampuan reproduksi pengujian. Uji 28 hari (lihat 9.9) dianggap cukup untuk pemeriksaan secara tidak langsung perilaku kontak berkaitan dengan pemanasan lebih yang tidak semestinya pada pelayanan.</p> <p>B Tidak ada nilai yang ditentukan untuk bagian selain yang ada dalam daftar, tetapi tidak boleh ada kerusakan yang disebabkan terhadap bagian terdekat dari bahan insulasi, dan operasi PMS-P tidak boleh terganggu.</p> <p>C Untuk PMS-P jenis tusuk, terminal alas yang padanya PMS-P dipasang.</p> <p>D Nilai yang lebih tinggi diizinkan untuk terminal untuk konduktor di dalam perlengkapan jika PMS-P dimaksudkan untuk dipasang. Informasi yang relevan pada nilai tersebut harus tersedia untuk pabrik perlengkapan.</p> <p>E Untuk nilai yang lain dari <math>T</math>, kenaikan suhu yang dapat diterima dapat ditentukan dengan interpolasi antara nilai (<math>T+K</math>) yang diperoleh dari penjumlahan nilai yang ditunjukkan dalam tabel.</p> <p>F Toleransi <math>\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>CATATAN Nilai kenaikan suhu diambil dari Tabel 4a IEC 60950.</p>			

Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9,8.

### 8.3.2 Suhu udara sekitar

Batas kenaikan suhu yang diberikan pada Tabel 8 dapat diterapkan hanya jika suhu udara sekitar tetap antara batas yang diberikan dalam 7.1.2.

## 8.4 Sifat dielektrik

### 8.4.1 Kuat dielektrik pada frekuensi daya

PMS-P harus mempunyai sifat dielektrik yang memadai pada frekuensi daya.



Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9.7.1, 9.7.2 dan 9.7.3, dengan sampel pada kondisi yang baru.

Setelah verifikasi kemampuan operasional listrik dari 9.11, PMS-P harus tahan terhadap pengujian 9.7.3 tetapi pada tegangan uji 0,75 kali tegangan yang ditunjukkan pada 9.7.5 dan tanpa perlakuan kelembaban sebelumnya dari 9.7.1.

#### 8.4.2 Jarak bebas untuk koordinasi insulasi

Jarak bebas PMS-P harus memenuhi persyaratan koordinasi insulasi.

Kesesuaian diperiksa dengan pengukuran jarak bebas seperti ditentukan pada 8.1.3, atau dengan uji tegangan ketahanan impuls yang ditentukan pada 9.7.6.

### 8.5 Kondisi untuk operasi otomatis

#### 8.5.1 Zone waktu-arus standar

Zone trip (lihat 3.94) didefinisikan oleh informasi yang diberikan oleh pabrikan dalam katalognya (lihat Lampiran A). Informasi tersebut mengacu kondisi acuan seperti ditentukan pada 9.2.

**CATATAN 1** Karakteristik trip PMS-P dimaksudkan untuk memastikan proteksi yang memadai untuk perlengkapan, tanpa operasi prematur.

Zone operasi PMS-P harus dinyatakan untuk satu PMS-P tanpa selungkup, terpasang dalam udara tenang.

**CATATAN 2** Kondisi suhu dan pemasangan yang berbeda dari salah satu yang dinyatakan (jenis selungkup, pengelompokan PMS-P lebih banyak dalam selungkup yang sama dan sebagainya) dapat mempengaruhi zone operasi PMS-P.

Pabrikan harus dipersiapkan untuk menyediakan karakteristik yang berkaitan dengan suhu sekitar yang ditentukan yang berbeda dari suhu sekitar acuan standar ( $23 \pm 2$  °C), dan untuk memberikan informasi tentang variasi karakteristik trip karena deviasi dari kondisi acuan lainnya, misalnya untuk pemasangan pada bidang selain tegak.

Representasi zone operasi diberikan oleh Gambar A.1 hingga A.4. Untuk PMS-P dengan mode termal, magnetik termal, magnetik, atau magnetik hidrolik untuk trip, pabrikan harus menyatakan nilai berikut.

- arus uji yang ditunjukkan pada Tabel 9, sebagai perkalian arus pengenalan ( $ml_n$ );
- waktu ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_5$ , dan  $t_6$ ) yang ditunjukkan dalam Tabel 9, jika dapat diterapkan.



**Tabel 9 Karakteristik operasi waktu-arus**

Arus uji	Kondisi awal	Waktu $t$	Hasil yang disyaratkan
$I_{nt}$	Dingin <sup>a</sup>	1 jam	Tidak trip
$I_t$	Segera mengikuti uji nontrip	$\leq 1$ jam	Trip
$2I_n$	Dingin <sup>a</sup>	$t_1 \leq t \leq t_2$	Trip
$6I_n$	Dingin <sup>a</sup>	$t_3 \leq t \leq t_4$	Trip
$mI_n$ <sup>b</sup>	Dingin <sup>a</sup>	$t_5 \leq t \leq t_6$	Trip
$I_{ni}$	Dingin <sup>a</sup>	0,1 detik	Tidak trip
$I_i$	Dingin <sup>a</sup>	$< 0,1$ detik	Trip

a Istilah “dingin” berarti tanpa pembebanan sebelumnya (lihat Lampiran A).  
b Uji opsional

CATATAN 3 Nilai untuk mode trip PMS-P hibridaa elektronik sedang dipertimbangkan.

### 8.5.2 Karakteristik trip

Karakteristik trip PMS-P harus diketahui dalam zone yang ditentukan pada 8.5.1.

CATATAN Kondisi suhu dan pemasangan yang berbeda dari yang ditentukan pada 9.2 dapat mempengaruhi karakteristik trip PMS-P.

#### 8.5.2.1 Efek pembebanan kutub tunggal PMS-P multikutub pada karakteristik trip

Jika PMS-P dengan lebih dari satu kutub terproteksi dibebani hanya pada salah satu kutub terproteksi, dimulai dari dingin, harus trip dalam waktu konvensional dengan arus yang sama dengan:

- 1,1 kali arus trip konvensional (lihat 3.3.6), untuk PMS-P kutub dua dengan dua kutub terproteksi;
- 1,2 kali arus trip konvensional, untuk PMS-P kutub tiga dan kutub empat.

Waktu konvensional adalah 1 jam.

Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9.10.3.

#### 8.5.2.2 Efek suhu udara sekitar pada karakteristik trip

Jika dapat diterapkan, pabrikan harus menyatakan faktor untuk kenaikan atau penurunan arus pengenal jika gawai tersebut dioperasikan pada suhu sekitar yang berbeda dari nilai acuan (lihat 5.2.2).

### 8.5.3 Pelepas tegangan lebih diuji pada batas operasi yang ditunjukkan pabrikan.

Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9.11.5.

### 8.5.4 Pelepas tegangan kurang dan tegangan nol diuji pada batas operasi sesuai dengan Tabel 10.



**Tabel 10 Batas operasi pelepas tegangan kurang dan tegangan nol (untuk a.b. dan a.s.)**

Jenis pelepas	Tingkat tetap	Tingkat trip	Tingkat setel balik <sup>a</sup>	Tingkat tahan
Pelepas tegangan kurang	$U \geq 0,7 U_e$	$U \leq 0,35 U_e$	$U \geq 0,85 U_e$	$U = 1,1 U_e$
Pelepas tegangan nol	$U \geq 0,7 U_e$	$U \leq 0,1 U_e$	$U \geq 0,85 U_e$	$U = 1,1 U_e$
<sup>a</sup> Untuk gawai penyetel ulang secara listrik, nilai operasi ambang.				

CATATAN Nilai lain dapat disepakati antara pabrikan dan pengguna.

Judul kolom Tabel 10 mempunyai pengertian berikut.

- Tingkat tetap: tegangan yang pada tegangan tersebut atau di atasnya pelepas tidak boleh membuka secara otomatis.
- Tingkat trip: tegangan yang pada tegangan tersebut atau di bawahnya pelepas harus membuka secara otomatis.
- Tingkat setel balik: tegangan yang pada tegangan tersebut atau di atasnya pelepas harus setel balik jika digerakkan.
- Tingkat tahan: tegangan yang pada tegangan tersebut pelepas mampu tahan terhadap pelayanan kontinu.

Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9.11.6.1 dan 9.11.6.3.

**8.5.5** Pabrikan harus menyediakan informasi mengenai daya tahan listrik dari pelepas tegangan kurang pada petunjuknya.

Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9.11.6.2.

## 8.6 Kinerja listrik

PMS-P harus mampu melaksanakan sejumlah siklus operasi yang memadai.

Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9.11.

Disyaratkan bahwa PMS-P mampu menghubungkan dan memutuskan setiap nilai arus sampai dengan nilai yang berkaitan dengan kapasitas penyaklaran pengenalan pada frekuensi pengenalan, pada tegangan yang sama dengan 105 % ( $\pm 5$  %) tegangan operasional pengenalan dan sebarang faktor daya yang tidak kurang dari batas bawah yang sesuai dari julat yang dinyatakan pada Tabel 11 atau 12 sesuai dengan kinerja.

## 8.7 Kinerja pada kondisi arus hubung pendek kondisional

PMS-P harus tahan stres karena arus hubung pendek bila digabungkan dengan GPHP yang ditentukan tanpa manifestasi seperti emisi nyala, letupan atau gas terionisasi panas, yang dapat merupakan risiko bagi operator atau perlengkapan.

Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9.12.



#### 8.8 Ketahanan terhadap kejut dan tumbuk mekanis

PMS-P harus mempunyai perilaku mekanis yang memadai sedemikian seperti tahan terhadap stres yang dikenakan selama pemasangan atau penggunaan. Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9.13 (sedang dipertimbangkan).

#### 8.9 Ketahanan terhadap bahang

PMS-P harus cukup tahan terhadap bahang.

Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9.14.

#### 8.10 Ketahanan terhadap bahang abnormal dan api

Bagian eksternal PMS-P yang terbuat dari bahan insulasi tidak boleh dimungkinkan menyala dan menyebarkan api jika bagian hantar arus di sekitarnya pada kondisi gangguan atau kondisi beban lebih mencapai suhu tinggi.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi dan dengan pengujian 9.15.

#### 8.11 Ketahanan terhadap penjaluran

Bagian bahan insulasi yang menjangkau posisi bagian aktif PMS-P harus dari bahan yang tahan terhadap penjaluran.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi dan pengujian 9.16.

#### 8.12 Ketahanan terhadap pengaratan

Bagian besi harus cukup diproteksi dari pengaratan.

Kesesuaian diperiksa dengan pengujian 9.17.



**Tabel 11 Kondisi uji untuk kinerja listrik untuk PMS-P yang dimaksudkan untuk penggunaan umum, termasuk sirkit induktif**

Sek si	Uji mengenai perilaku pada	Jenis sesuai metode operasi (lihat 4.4)	Kondisi uji			Persyaratan			
			Jumlah siklus operasi	Waktu posisi buka (detik)	Tegangan uji	a.b.		a.s.	
						Arus uji	Faktor daya	Arus uji	Konstanta waktu (milidetik)
1	Arus pengenalan	M	500	15		$I_n$	0,55	$I_n$	2
	Beban lebih yang rendah	S	a	20	$U_e$	$I_n$	sampai	$I_n$	sampai
		R, J	50	b		$2 I_n$	0,65	$2 I_n$	3
2	Kapasitas penyakelaran pengenal	M		60			0,55		2
		S	40	sampai 80	$1,05 U_e$	$6 I_n$	sampai	$4 I_n$	sampai
		R, J		b			0,65		3
3	Kapasitas hubung pendek pengenal $I_{cn}$ (opsional)	R, J, M, S untuk $I_{cn} < 500 A$ a.b.	Pengujian harus dilaksanakan seperti ditentukan dalam IEC 60898 dengan kondisi berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>- PMS-P kutub tunggal diuji sesuai 9.12.11.2 IEC 60898, sirkit dikalibrasi pada <math>I_{cn}</math> selain 500 A.</li> <li>- PMS-P multikutub diuji pada masing-masing kutub seperti di atas dan kemudian dikenai uji multikutub sesuai 9.12.11.3 pada <math>I_{cn}</math> selain 1 500 A</li> </ul>					$I_{cn} \leq 500 A$	2 sampai 3
		R, J, M, S untuk $500 A < I_{cn} \leq 500 A$ a.b.	Pengujian harus dilaksanakan seperti ditentukan dalam IEC 60898 dengan kondisi berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>- PMS-P kutub tunggal diuji sesuai 9.12.11.2 IEC 60898 (500 A), dan selanjutnya seperti ditentukan dalam 9.12.11.3 IEC 60898, sirkit dikalibrasi pada <math>I_{cn}</math>.</li> <li>- PMS-P multikutub diuji pada masing-masing kutub sesuai 9.12.11.2 IEC 60898, dan selanjutnya seperti ditentukan pada 9.12.11.3 IEC 60898, sirkit kemudian dikalibrasi pada <math>I_{cn}</math>.</li> </ul>					$I_{cn} \leq 1\ 000 A$  $I_{cn} > 1\ 000 A$	2 sampai 3  4 sampai 6
		R, J, M, S untuk $I_{cn} > 1\ 500 A$ a.b.	Pengujian harus dilakukan seperti ditentukan pada 9.12.11 IEC 60898					$I_{cn} > 1\ 500 A$	4 sampai 6
		R, J, M, S untuk a.s.	3	300 sampai 360	$1,05 U_e$			$I_{cn}$	5

<sup>a</sup> Pabrikan harus menyatakan jumlah, sesuai dengan klasifikasi peranti, diambil dari nilai yang lebih disukai: 3 000, 10 000, 30 000, 50 000 dan 100 000.

<sup>b</sup> Ditentukan oleh waktu yang dibutuhkan untuk menyetel balik gawai tersebut.



**Tabel 12 Kondisi uji untuk kinerja listrik PMS-P yang digunakan hanya pada sirkit yang pada dasarnya resistif (lihat ayat 6, butir d)**

Seksi	Pengujian sesuai perilaku pada	Jenis sesuai metode operasi (lihat 4.4)	Kondisi uji			Persyaratan			
			Jumlah siklus operasi	Waktu posisi buka (detik)	Tegangan uji	a.b.		a.s.	
						Arus uji	Faktor daya	Arus uji	Konstanta waktu (mili detik)
1	Arus pengenalan	M	500	15	$U_e$	$I_n$	0,95	$I_n$	0
		S	a	20		$I_n$	sampai	$I_n$	sampai
	Beban lebih yang rendah	R, J	50	b		$2 I_n$	1	$2 I_n$	0,5
2	Kapasitas penyakelaran pengenalan	M, S, R, J	40	60	$1,05 U_e$	$6 I_n$	0,95	$4 I_n$	0
				sampai 80			sampai		sampai
				b			1		0,5
3	Kapasitas hubung pendek pengenalan $I_{cn}$ (opsional)	M, S, R, J	3	300	$1,05 U_e$	$I_{cn}$	0,93	$I_{cn} \leq 1\ 000\ A$	1 sampai 2
				sampai 360			sampai	$I_{cn} > 1\ 000\ A$	2 sampai 3

<sup>a</sup> Pabrikan harus menyatakan jumlah, sesuai dengan klasifikasi peranti, diambil dari nilai yang lebih disukai: 3 000, 10 000, 30 000, 50 000 dan 100 000.

<sup>b</sup> Ditentukan oleh waktu yang dibutuhkan untuk menyetel balik gawai tersebut.

## 9 Pengujian

### 9.1 Uji jenis dan urutan uji

#### 9.1.1 Karakteristik PMS-P diverifikasi dengan sarana uji jenis.

Uji jenis yang disyaratkan oleh standar ini didaftar dalam Tabel 13.



**Tabel 13 Daftar uji jenis**

Pengujian	Subayat
Kemampuan tahan hapus penandaan	9.3
Keandalan terminal, bagian hantar arus dan penghubungan	9.4
Keandalan terminal untuk konduktor eksternal	9.5
Proteksi dari kejut listrik	9.6
Sifat dielektrik	9.7
Kenaikan suhu	9.8
Uji 28 hari	9.9
Karakteristik trip	9.10
Kemampuan kinerja operasonali listrik	9.11
Kapasitas hubung pendek kondisional	9.12
Kejut dan tumbuk mekanis	9.13
Ketahanan terhadap bahang	9.14
Bahang abnormal dan api	9.15
Penjaluran	9.16
Pengaratan	9.17

**9.1.2** Untuk tujuan sertifikasi, uji jenis dilakukan sesuai urutan uji.

Urutan uji dan jumlah sampel yang diserahkan dinyatakan dalam Lampiran C.

Masing-masing uji jenis (atau urutan uji jenis) harus dilakukan pada PMS-P dalam kondisi bersih dan baru, kecuali ditentukan lain.

## **9.2 Kondisi uji**

PMS-P dipasang sendiri-sendiri, posisi tegak dan di udara terbuka pada suhu sekitar  $(23 \pm 2)$  °C, serta diproteksi dari pemanasan atau pendinginan eksternal yang tak semestinya, kecuali ditentukan lain.

Kecuali ditentukan lain, PMS-P dirangkai dengan kabel yang sesuai yang ditentukan dalam Tabel 14 dan dipasang secara lengkap pada penyangga logam kecuali jika gawai tersebut dimaksudkan untuk digunakan hanya dalam selungkup bukan logam. Dalam hal ini, PMS-P dipasang dengan cara sedekat mungkin dengan penggunaan sebenarnya.

Kecuali ditentukan lain, pengujian dilaksanakan pada frekuensi pengenalan  $\pm 5$  Hz,.

Selama pengujian tidak diperbolehkan adanya pemeliharaan atau pembongkaran sampel.

Untuk pengujian 9.8, 9.9 dan 9.10, PMS-P dihubungkan sebagai berikut.

- hubungan dibuat dengan konduktor tembaga berinsulasi PVC inti tunggal, sesuai dengan IEC 60227;
- pengujian dilakukan dengan arus fase tunggal, dengan semua kutub dihubungkan seri, kecuali untuk pengujian sesuai dengan 9.10.2;



- c) hubungan di udara terbuka dan ditempatkan pada jarak tidak kurang dari jarak antar terminal;
- d) panjang minimum masing-masing hubungan adalah:
- 1 m untuk penampang sampai dengan  $10 \text{ mm}^2$ ;
  - 2 m untuk penampang lebih besar dari  $10 \text{ mm}^2$ .

Momen pengencangan yang diterapkan pada sekrup terminal adalah dua per tiga dari nilai yang ditentukan dalam Tabel 15.

**Tabel 14 Penampang standar konduktor tembaga berkaitan dengan arus pengenal**

S ( $\text{mm}^2$ )	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
Nilai arus pengenal (A)	6	> 6 sampai 13	> 13 sampai 20	> 20 sampai 25	> 25 sampai 32	> 32 sampai 50	> 50 sampai 63	> 63 sampai 80	> 80 sampai 100	> 100 sampai 125

### 9.3 Uji kemampuan tahan hapus penandaan

Pengujian ini dilakukan dengan menggosok penandaan dengan tangan selama 15 detik dengan sepotong kain katun yang telah direndam dalam air, dan kemudian selama 15 detik dengan sepotong kain katun yang telah direndam dalam spiritus.

CATATAN 1 Spiritus yang digunakan adalah larutan heksan dengan kandungan aromatik maksimum 0,1 % volume, nilai kauri-butanol 29, titik didih awal kira-kira  $65^\circ\text{C}$ , titik kering kira-kira  $69^\circ\text{C}$ , dan kerapatan kira-kira  $0,65 \text{ g/cm}^3$ .

Penandaan yang dibuat dengan cetakan timbul, cetakan lekuk atau pengukiran tidak dikenai pengujian ini.

Setelah pengujian ini, penandaan harus mudah dibaca. Penandaan juga harus tetap mudah dibaca setelah dilaksanakan semua pengujian dalam standar ini. Label tidak boleh mudah dilepas dan tidak boleh mengkerut.

CATATAN 2 Revisi mengenai pengujian ini sedang dalam pertimbangan.

### 9.4 Uji keandalan terminal, bagian hantar arus dan hubungan

#### 9.4.1 Terminal jenis sekrup dan nirsekrup

Kesesuaian dengan persyaratan 8.1.5.3. diperiksa dengan memasukkan konduktor terbesar, setelah insulasi dikupas dan ujung konduktor pilin kaku dan konduktor fleksibel telah dibentuk kembali. Ujung konduktor yang terkupas harus dapat masuk sepenuhnya ke dalam terminal tanpa menggunakan gaya yang tak semestinya.

##### 9.4.1.1 Terminal jenis sekrup

Kesesuaian dengan persyaratan 8.1.4 diperiksa dengan inspeksi dan untuk sekrup beserta mur yang digunakan ketika menghubungkan PMS-P, dengan pengujian sebagai berikut.



Sekrup dan mur dikencangkan dan dikendurkan:

- sepuluh kali untuk sekrup yang berulir bahan insulasi (lihat 8.1.4.2);
- lima kali untuk semua kasus lainnya.

Sekrup atau mur berulir bahan insulasi, setiap kali sepenuhnya dilepaskan dan dimasukkan kembali.

Pengujian dilakukan dengan sarana obeng atau kunci pas uji yang sesuai dengan menerapkan momen seperti ditunjukkan pada Tabel 15.

Sekrup dan mur tidak boleh dikencangkan dengan sentakan.

Konduktor dilepas setiap kali sekrup atau mur dikendurkan.

**Tabel 15 Diameter ulir sekrup dan momen yang diterapkan**

Diameter ulir normal (mm)	Momen (Nm)		
	I	II	III
Sampai dengan 2	0,2	0,4	0,4
di atas 2,8 sampai dengan 3,0	0,25	0,5	0,5
di atas 3,0 sampai dengan 3,2	0,4	0,6	0,6
di atas 3,2 sampai dengan 3,6	0,6	0,8	0,8
di atas 3,6 sampai dengan 4,1	0,7	1,2	1,2
di atas 4,1 sampai dengan 4,7	0,8	1,8	1,8
di atas 4,7 sampai dengan 5,3	0,8	2,0	2,0
di atas 5,3 sampai dengan 6,0	1,2	2,5	3,0
di atas 6,0 sampai dengan 8,0	2,25	3,5	6,0
di atas 8,0 sampai dengan 10,0	-	4,0	10,0

Kolom I berlaku untuk sekrup tanpa kepala, jika sekrup dikencangkan, tidak menonjol dari lubang, dan sekrup jenis lain yang tidak dapat dikencangkan dengan sarana ujung obeng yang lebih lebar dari diameter sekrup.

Kolom II berlaku untuk sekrup lain yang dikencangkan dengan sarana obeng.

Kolom III berlaku untuk sekrup dan mur yang dikencangkan dengan sarana selain dari obeng.

Jika sekrup mempunyai kepala segi enam dengan selot untuk pengencangan dengan obeng, dan nilai dalam kolom II dan III berbeda, maka pengujian dilakukan dua kali, pertama menerapkan momen yang ditentukan pada kolom III terhadap kepala segi enam, dan kemudian pada contoh lain dengan menerapkan momen yang ditentukan pada kolom II dengan sarana obeng. Bila nilai dalam kolom II dan III sama, hanya dilakukan pengujian dengan obeng.



Selama pengujian, hubungan bersekrup tidak boleh kendur dan harus tidak ada kerusakan, seperti sekrup patah atau kerusakan pada selot kepala, ulir, ring atau ring sanggurdi, yang akan mengganggu penggunaan PMS-P selanjutnya.

Selanjutnya selungkup dan tutup tidak boleh rusak.

#### **9.4.1.2 Terminal nirsekrup**

Kesesuaian dengan persyaratan 8.1.5.3. diperiksa dengan inspeksi, dan untuk terminal nirsekrup yang dioperasikan ketika menghubungkan PMS-P, dengan pengujian berikut.

Terminal dipasang dengan masing-masing jenis konduktor sesuai dengan rancangannya yaitu:

- pejal saja;
- pejal dan pilin kaku;
- pejal, pilin kaku dan fleksibel.

Masing-masing konduktor berluas penampang terbesar yang terminal dimaksudkan untuk digunakan, dimasukkan dan kemudian dilepas secara berurutan.

Pengujian ini dilakukan lima kali.

Konduktor baru digunakan masing-masing waktu pengujian, kecuali untuk pengujian yang kelima, ketika konduktor yang digunakan untuk pemasukan yang keempat dijepit pada tempat yang sama. Untuk masing-masing pemasukan, konduktor didorong sejauh mungkin ke dalam terminal atau dimasukkan sedemikian sehingga jelas terjadi hubungan yang memadai. Setelah masing-masing pemasukan, konduktor dipilin 90° dan kemudian diputuskan secara berurutan. Setelah pengujian ini, terminal tidak boleh rusak sehingga mengganggu penggunaan berikutnya.

#### **9.4.2 Terminasi solder**

##### **9.4.2.1 Uji kemampusolderan**

Kesesuaian dengan persyaratan 8.1.6.1. diperiksa dengan menerapkan pengujian sesuai IEC 60068-2-20, uji Ta. Jika tidak ditentukan lain oleh pabrikan, metode 1 (wadah solder pada 235 °C) dapat diterapkan.

##### **9.4.2.2 Ketahanan terhadap bahang solder**

Kesesuaian dengan persyaratan 8.1.6.2. diperiksa dengan menerapkan pengujian sesuai IEC 60068-2-20, uji Tb. Jika tidak ditentukan lain oleh pabrikan, metode 1B (wadah solder pada 350°C) dapat diterapkan.

Terminasi solder harus dicelupkan dalam wadah solder dengan kedalaman 2,0 mm sampai 2,5 mm dari rumah PMS-P dan harus tetap terendam selama 5 detik  $\pm$  1 detik.

Setelah pengujian, terminasi solder tidak boleh longgar atau telah pindah sehingga mengganggu penggunaan selanjutnya.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi.



### 9.4.3 Bilah jantan pipih hubung cepat

#### 9.4.3.1 Uji pemasukan dan penarikan

**Tabel 16 Gaya pemasukan dan penarikan**

ukuran nominal (mm)	Gaya pemasukan maksimum (N)	Gaya penarikan minimum (N)
2,8	53	5
4,8	67	9
6,3	80	18
9,5	100	20

Kesesuaian dengan persyaratan 8.1.7. diperiksa dengan menggunakan konektor betina seperti terlihat dalam gambar E.14. Bilah jantan harus dimasukkan dan ditarik pelan-pelan dan secara teratur enam kali pada laju tempuh kira-kira 1 mm/detik.

Gaya pemasukan dan penarikan harus dalam batas seperti yang ditentukan dalam tabel 16.

Pengukuran gaya pemasukan dan penarikan harus dilakukan dengan gawai uji yang sesuai dengan memberikan kesejajaran yang akurat dan mampu menahan pembacaan.

#### 9.4.3.2 Uji dorong/tarik mekanis

Gaya aksial yang sama dengan yang diperlihatkan dalam Tabel 17, diterapkan secara halus hanya satu kali dengan aparat uji yang sesuai. Tidak boleh ada kerusakan pada bilah atau PMS-P yang dapat mengganggu penggunaan selanjutnya.

Kesesuaian diperiksa dengan inspeksi.

**Tabel 17 Gaya dorong/tarik**

Ukuran nominal (mm)	Gaya dorong / tarik (N)
2,8	58
4,8	73
6,3	88
9,5	110

### 9.5 Uji keandalan terminal untuk konduktor eksternal (lihat 3.12.15)

Kesesuaian dengan persyaratan 8.1.5 diperiksa dengan inspeksi, dengan pengujian 9.4, dimana konduktor tembaga kaku dengan luas penampang terbesar yang ditentukan dalam Tabel 3 ditempatkan dalam terminal (untuk luas penampang nominal lebih dari 6 mm<sup>2</sup> dipakai konduktor pilin kaku; untuk luas penampang nominal lainnya dipakai konduktor pejal) dan dengan pengujian 9.5.1, 9.5.2 dan 9.5.3.



Pengujian-pengujian terakhir tersebut dilakukan dengan sarana obeng atau kunci pas uji yang sesuai, dengan menerapkan momen seperti ditunjukkan dalam Tabel 15.

**9.5.1** Terminal dipasang dengan konduktor tembaga dengan luas penampang terkecil dan terbesar yang ditentukan dalam Tabel 3, pejal atau pilin, mana yang paling tidak baik. Konduktor dimasukkan ke dalam terminal untuk jarak minimum yang ditetapkan, atau bila jarak tidak ditetapkan hingga terlihat dari sisi lain, dan dalam posisi yang paling mungkin untuk membantu kawat lolos.

Sekrup, jika ada, kemudian dikencangkan dengan momen sama dengan dua pertiga nilai yang ditunjukkan dalam kolom yang sesuai dari Tabel 15. Masing-masing konduktor kemudian dikenai tarikan sebesar nilai yang tercantum dalam Tabel 18. Tarikan dilakukan tanpa sentakan, selama 1 menit, dalam arah sumbu ruang konduktor.

**Tabel 18 Gaya Tarik**

<b>Penampang konduktor yang diterima terminal mm<sup>2</sup></b>	<b>Sampai dengan 1,5</b>	<b>Sampai dengan 4</b>	<b>Sampai dengan 6</b>	<b>Sampai dengan 10</b>	<b>Sampai dengan 16</b>	<b>Sampai dengan 50</b>
Gaya tarik N	40	50	60	80	90	100

Selama pengujian, konduktor tidak boleh tampak nyata bergeser dari terminal.

**9.5.2** Terminal dipasang dengan konduktor tembaga berluas penampang terkecil hingga terbesar yang ditentukan pada Tabel 3, pejal atau dipilin, yang mana yang lebih tidak baik. Jika terminal berjenis sekrup, sekrup dikencangkan dengan momen sebesar dua pertiga nilai dalam kolom yang sesuai dari Tabel 15. Sekrup terminal kemudian dikendorkan dan bagian konduktor yang mungkin terpengaruh oleh terminal diinspeksi.

Selama pengujian, terminal tidak boleh kendor dan tidak boleh rusak, seperti sekrup patah atau kerusakan pada selot kepala, ulir, ring atau sanggurdi, yang akan mengganggu kegunaan terminal selanjutnya.

Setelah pengujian, konduktor harus menunjukkan tidak adanya kawat yang rusak tak semestinya atau putus.

**CATATAN** Konduktor dianggap terlalu rusak, jika menunjukkan adanya lekuk yang dalam atau tajam.

**9.5.3** Terminal dipasang dengan konduktor tembaga pilin kaku dengan ukuran seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 19



**Tabel 19 Ukuran Konduktor untuk pengujian 9.5.3.**

Julat penampang nominal yang dijepit  (mm <sup>2</sup> )	Konduktor pilin kaku	
	Jumlah kawat	Diameter kawat
0,5 sampai 1,5 <sup>a</sup>	7	0,50
0,75 sampai 2,5 <sup>a</sup>	7	0,67
1 sampai 4 <sup>a</sup>	7	0,85
1,5 sampai 6 <sup>a</sup>	7	1,04
2,5 sampai 10	7	1,35
4 sampai 16	7	1,70
10 sampai 25	7	2,14
16 sampai 35	19	1,53
25 sampai 50	dalam pertimbangan	

<sup>a</sup> Jika terminal hanya dimaksudkan untuk menjepit konduktor pelaj (lihat catatan Tabel 3), pengujian tidak dilakukan

Sebelum dimasukkan ke dalam terminal, kawat dari konduktor dibentuk kembali yang sesuai.

Konduktor dimasukkan ke dalam terminal hingga konduktor mencapai dasar terminal atau menonjol dari sisi jauh terminal dan pada posisi yang paling memungkinkan kawat lolos. Sekrup atau mur penjepit, jika ada, kemudian dikencangkan dengan momen sebesar dua per tiga dari yang ditunjukkan kolom nilai yang sesuai dari Tabel 15.

Setelah pengujian, tidak boleh ada kawat konduktor terlepas keluar dari unit penjepit sedemikian sehingga mengurangi jarak rambat dan jarak bebas yang disyaratkan.

## 9.6 Uji proteksi dari kejut listrik

PMS-P dimaksudkan untuk digunakan terpadu dalam perlengkapan (misalnya suatu peranti). Oleh karena itu pengujian ini tidak dapat dilakukan pada PMS-P tersendiri, kecuali jika dibatasi pada daerah yang dapat disentuh ketika terpasang sesuai dengan petunjuk pabrikan.

Pengujian dilakukan dengan jari uji standar pada Gambar 7, pada bagian PMS-P yang dapat disentuh ketika terpasang. PMS-P dengan terminal jenis sekrup atau terminal nirsekrup dipasang dengan konduktor berluas penampang terkecil dan terbesar sesuai Tabel 3. Jari uji standar harus dirancang sedemikian sehingga masing-masing bagian yang tersambung dapat diputar 90° terhadap sumbu jari uji, hanya dalam arah yang sama. Jari uji diterapkan pada setiap posisi bengkok yang mungkin sesuai jari manusia, indikator kontak listrik dipakai untuk memperlihatkan adanya kontak dengan bagian aktif.

Disarankan bahwa lampu digunakan untuk petunjuk adanya kontak dan bahwa tegangan tidak kurang dari 40 V.



## 9.7 Uji sifat dielektrik

### 9.7.1 Ketahanan terhadap kelembaban

#### 9.7.1.1 Penyiapan PMS-P untuk pengujian

Pengujian dilakukan pada PMS-P tanpa selungkup.

Jika dalam hal khusus digunakan selungkup terpadu, lubang masuk, jika ada, dibiarkan terbuka; bila dilengkapi dengan *knock-out*, salah satu dibuka.

CATATAN Istilah "selungkup terpadu" berarti bahwa PMS-P tidak dapat berfungsi secara normal tanpa selungkupnya.

Bagian yang dapat dilepas tanpa bantuan perkakas dilepas dan dikenai perlakuan kelembaban bersama dengan bagian utama; tutup berpegas dibiarkan terbuka selama perlakuan tersebut.

#### 9.7.1.2 Kondisi uji

Perlakuan kelembaban dilaksanakan di dalam lemari kelembaban yang mengandung udara dengan kelembaban relatif dipertahankan antara 91 % dan 95 %.

Sampel ditempatkan pada suhu udara yang dipertahankan dalam batas  $\pm 1$  °C pada nilai  $T$  yang sesuai antara 20°C dengan 30°C.

Sebelum ditempatkan dalam lemari kelembaban, sampel dikenai suhu antara  $T$  dan  $T+4$ °C.

#### 9.7.1.3 Prosedur uji

Sampel diletakkan dalam lemari selama 48 jam.

CATATAN 1 Kelembaban relatif antara 91% dan 95% dapat dicapai dengan menempatkan di dalam lemari kelembaban suatu larutan jenuh sodium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) atau potasium nitrat ( $\text{KNO}_3$ ) dalam air yang mempunyai permukaan kontak cukup luas dengan udara.

CATATAN 2 Untuk mencapai kondisi yang ditentukan di dalam lemari, disarankan untuk memastikan sirkulasi udara yang konstan di dalam lemari, dan pada umumnya digunakan lemari yang diinsulasi secara termal.

#### 9.7.1.4 Kondisi PMS-P sesudah pengujian

Sesudah perlakuan tersebut, sampel tidak boleh memperlihatkan kerusakan dalam pengertian standar ini dan harus tahan terhadap pengujian sesuai 9.7.2 dan 9.7.3.

## 9.7.2 Resistans insulasi sirkit utama

PMS-P yang telah diperlakukan seperti yang ditentukan pada 9.7.1, resistans insulasi diukur 5 detik setelah penerapan tegangan arus searah kira-kira 500 V, berurutan sebagai berikut.

- dengan PMS-P dalam posisi terbuka, antara masing-masing pasangan terminal atau terminasi yang terhubung bersama secara listrik ketika PMS-P dalam posisi tertutup, pada setiap kutub secara bergantian;



CATATAN 1 Pengujian ini tidak dapat diterapkan pada PMS-P jenis J tanpa sarana untuk operasi manual.

- b) dengan PMS-P dalam posisi tertutup, antara masing-masing kutub secara bergantian dan lainnya dihubungkan bersama;
- c) dengan PMS-P dalam posisi tertutup, antara semua kutub yang dihubungkan bersama dan rangka, termasuk kertas logam yang kontak dengan permukaan luar selungkup internal dari bahan insulasi, jika ada;
- d) antara bagian logam dari mekanisme dan rangka;
- e) untuk PMS-P berselungkup logam yang mempunyai lapisan internal dari bahan insulasi, antara rangka dan kertas logam yang kontak dengan permukaan dalam dari bahan insulasi, termasuk busung dan gawai sejenis.

Pengujian a), b) dan c) dilakukan setelah menghubungkan semua sirkit bantu ke rangka.

CATATAN 2 Istilah "rangka" mencakup:

- semua bagian logam yang dapat terjangkau dan kertas logam yang kontak dengan permukaan bahan insulasi yang dapat terjangkau setelah pemasangan seperti untuk pemakaian normal;
- permukaan tempat alas PMS-P dipasang, jika perlu ditutup kertas logam;
- sekrup dan gawai lainnya untuk memagun alas pada penyangganya;
- sekrup untuk memagun tutup yang harus dilepas pada saat pemasangan PMS-P, dan bagian logam sarana operasi sesuai 8.1.2.

Jika PMS-P dilengkapi dengan terminal yang dimaksudkan untuk interkoneksi konduktor proteksi, maka terminal ini dihubungkan ke rangka.

Untuk pengukuran sesuai butir a) sampai dengan e), kertas logam diterapkan sedemikian sehingga kompon pengedap, jika ada, diuji secara efektif.

Resistans insulasi tidak boleh kurang dari:

- 2 M $\Omega$  untuk pengukuran sesuai butir a) dan b);
- 5 M $\Omega$  untuk pengukuran lainnya.

### 9.7.3 Kuat dielektrik sirkit utama

Setelah PMS-P lulus uji 9.7.2, tegangan uji yang ditentukan pada 9.7.5 diterapkan antara bagian yang ditunjukkan pada 9.7.2 selama 1 menit.

Mula-mula diterapkan tidak lebih dari setengah tegangan yang ditentukan, kemudian dinaikkan sampai nilai penuh dalam waktu 5 detik.

Selama pengujian tidak boleh terjadi lewat denyar atau tembus.

Luahan pijar tanpa turun tegangan diabaikan.

### 9.7.4 Kuat dielektrik sirkit bantu

Untuk pengujian ini, sirkit utama harus dihubungkan ke rangka. Tegangan uji yang ditentukan pada 9.7.5 harus diterapkan selama 1 menit, sebagai berikut.



- 1) antara semua sirkit bantu yang secara normal tidak terhubung ke sirkit utama, dihubungkan bersama, dengan rangka PMS-P;
- 2) jika sesuai, antara masing-masing bagian sirkit bantu yang dapat diisolasi dari bagian lain sirkit bantu, dan bagian lain ini dihubungkan bersama.

Selama pengujian tidak boleh terjadi lewat denyar atau tembus.

#### 9.7.5 Nilai tegangan uji

Tegangan uji harus mempunyai bentuk gelombang mendekati sinusoidal dan frekuensi antara 45 Hz dan 65 Hz.

Nilai tegangan uji yang diterapkan seperti ditentukan dalam butir a), b), c) d) dan e) dari 9.7.2 harus sesuai dengan Tabel 20.

Sumber tegangan uji harus mampu menyuplai arus hubung pendek paling sedikit 0,2A.

Gawai trip arus lebih dari transformator tidak akan beroperasi jika arus di sirkit keluaran lebih kecil dari 100 mA.

**Tabel 20 Tegangan uji**

Tegangan pengenalan atau tegangan kerja (V)	≤ 50	> 50 ≤ 125	> 125 ≤ 250	> 250 ≤ 440
Tegangan uji untuk uji kuat dielektrik sesuai 9.7.3. dan 9.7.4.a) (V)	500	1000	1500	2000
Tegangan uji untuk uji kuat dielektrik sesuai 9.7.4.b) (V)	250	500	1000	1500

CATATAN Tegangan uji untuk insulasi suplemen atau insulasi diperkuat dalam pertimbangan.

#### 9.7.6 Pengujian untuk verifikasi koordinasi insulasi dengan uji tegangan ketahanan impuls

Pengujian ini digunakan untuk memverifikasi kecukupan jarak bebas untuk koordinasi insulasi, jika lebih kecil dari yang ditentukan dalam Tabel 1 (lihat 8.1.3.1.6).

Pengujian dilakukan pada PMS-P yang dipasang dan dirangkai seperti dalam penggunaan normal dengan tegangan impuls sesuai Gambar 6 dari IEC 60060-1.

Impuls diberikan oleh suatu generator yang membangkitkan impuls positif dan negatif yang mempunyai waktu muka 1,2 μs dan waktu nilai paruh 50 μs, dengan toleransi:

± 5 % untuk nilai puncak;

± 30 % untuk waktu muka;

± 5 % untuk waktu nilai paruh.



Bentuk impuls disetel dengan PMS-P yang diuji dihubungkan pada generator impuls. Untuk tujuan ini harus digunakan pembagi tegangan dan sensor tegangan yang memadai.

Diizinkan sedikit osilasi dalam impuls, asalkan amplitudonya dekat puncak impuls kurang dari 5 % dari nilai puncak.

Untuk osilasi pada paruh pertama muka, diizinkan amplitudo sampai dengan 10% nilai puncak.

Setelah PMS-P lulus uji 9.7.2, tegangan uji ketahanan impuls yang ditentukan dalam Tabel 21 diterapkan antara bagian yang ditunjukkan dalam 9.7.2.

Rangkaian pertama pengujian dilakukan dengan menerapkan tegangan uji ketahanan impuls pada kutub-kutub fase, dihubungkan bersama, dengan kutub netral PMS-P, bila dapat diterapkan.

Rangkaian kedua pengujian dilakukan dengan menerapkan tegangan uji ketahanan impuls antara penyangga logam, dihubungkan ke terminal yang dimaksudkan untuk konduktor proteksi, jika ada, dengan kutub fase dan kutub netral yang dihubungkan bersama.

Tegangan impuls harus diterapkan tiga kali untuk masing-masing polaritas pada interval minimum 1 detik.

Selama pengujian tidak boleh terjadi luahan yang mengganggu tak disengaja.

Namun bila hanya terjadi satu kali luahan seperti itu, diterapkan enam kali impuls tambahan yang mempunyai polaritas yang sama seperti yang menyebabkan luahan tersebut, hubungannya sama seperti ketika kegagalan terjadi.

Tidak terjadi luahan yang mengganggu lebih lanjut.

CATATAN 1 Impedans surja aparatus uji harus 500  $\Omega$ ; pengurangan nilai ini dalam pertimbangan.

CATATAN 2 Pernyataan "luahan yang mengganggu tak disengaja" digunakan untuk mencakup fenomena yang berkaitan dengan kegagalan insulasi pada stres listrik, yang meliputi turun tegangan dan aliran arus.

CATATAN 3 Luahan disengaja mencakup luahan dari setiap arester surja yang tergabung.



**Tabel 21 Tegangan uji ketahanan impuls untuk verifikasi koordinasi insulasi**

Tegangan ketahanan impuls pengenalan (V)	Tegangan impuls yang dapat diterapkan (pulsa 1,2/50 $\mu$ s) sesuai dengan ketinggian tempat pengujian dilakukan <sup>a</sup> (V)				
	Permukaan laut <sup>b</sup>	200 m	500 m	1000 m	2000 m
330	350	350	350	340	330
500	550	540	530	520	500
800	910	900	900	850	800
1 500	1 750	1 700	1 700	1 600	1 500
2 500	2 950	2 800	2 800	2 700	2 500
4 000	4 800	4 800	4 700	4 400	4 000
6 000	7 300	7 200	7 000	6 700	6 000

<sup>a</sup> Nilai diambil dari Tabel 12 IEC 60947-1.

<sup>b</sup> Untuk ketinggian lain, tegangan impuls ditentukan dengan interpolasi.

## 9.8 Uji kenaikan suhu

### 9.8.1 Suhu udara sekitar

Suhu udara sekitar harus diukur selama seperempat terakhir periode uji dengan sarana paling sedikit dua buah termometer atau termokopel yang dipasang secara simetris di sekeliling PMS-P kira-kira setengah tingginya dan pada jarak kira-kira 1 m dari PMS-P.

Termometer atau termokopel harus diproteksi dari udara dingin dan pancaran panas.

### 9.8.2 Prosedur uji

Pengujian harus dilakukan pada suhu udara sekitar acuan seperti ditentukan pada 7.1.1.

Arus sebesar  $I_n$  dialirkan secara serentak ke semua kutub dari PMS-P selama periode waktu yang cukup sehingga kenaikan suhu mencapai nilai keadaan tunak atau untuk waktu konvensional, mana yang lebih lama (tetapi tidak melebihi 8 jam).

Dalam praktek, kondisi ini dicapai bila variasi kenaikan suhu tidak melebihi 1 K per jam.

Untuk PMS-P empat kutub dengan tiga kutub terproteksi, pengujian dilakukan pertama kali dengan hanya mengalirkan arus yang ditentukan melalui tiga kutub yang terproteksi.

Pengujian kemudian diulang dengan mengalirkan arus yang sama melalui kutub yang dimaksudkan untuk hubungan netral ke kutub terproteksi terdekat.

Selama pengujian kenaikan suhu tidak boleh melebihi nilai yang ditunjukkan dalam Tabel 8.



Jika PMS-P trip sebelum mencapai kondisi termal keadaan tunak (setelah waktu konvensional), suhu yang dicapai sebelum trip dicatat.

### 9.8.3 Pengukuran suhu pada bagian-bagian

Suhu dari bagian berbeda sesuai Tabel 8 harus diukur dengan sarana termokopel kawat yang baik atau dengan sarana setara pada posisi terdekat yang dapat terjangkau titik terpanas.

Konduktifitas bahang yang baik antara termokopel dan permukaan dari bagian yang diuji harus terjamin.

### 9.8.4 Kenaikan suhu pada suatu bagian

Kenaikan suhu pada suatu bagian adalah perbedaan suhu antara bagian tersebut yang diukur sesuai dengan 9.8.3 dengan suhu udara sekitar yang diukur sesuai 9.8.1.

## 9.9 Uji 28 hari

PMS-P dikenai 28 siklus, masing-masing siklus terdiri dari 21 jam dengan arus sama dengan arus pengenalan pada tegangan sirkit terbuka paling sedikit 30 V, dan 3 jam tanpa arus dalam kondisi uji sesuai 9.2.

PMS-P pada posisi tertutup, arus dialirkan dan diputuskan dengan sakelar bantu. Selama pengujian ini PMS-P tidak boleh trip.

Segera setelah periode terakhir pengaliran arus, PMS-P dibebani dengan arus pengenalan.

PMS-P tidak boleh trip dalam waktu konvensional. Kenaikan suhu terminal diukur segera setelah waktu konvensional berlalu.

Kenaikan suhu tersebut tidak boleh melebihi nilai yang diukur selama uji kenaikan suhu (lihat 9.8) yaitu lebih dari 15 K.

Segera sesudah pengukuran kenaikan suhu, arus dinaikkan secara teratur dalam waktu 5 detik sampai arus trip konvensional.

PMS-P harus trip dalam waktu konvensional.

## 9.10 Uji karakteristik trip

Pengujian ini dilakukan untuk memverifikasi bahwa PMS-P memenuhi persyaratan 8.5.1.

Kecuali disepakati lain antara pabrikan dan pengguna, pengujian hanya dilakukan dengan arus uji yang ditentukan pada Tabel 9.

Untuk PMS-P yang dikalibrasi pada suhu udara sekitar acuan selain dari  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , pengujian harus dilakukan pada suhu lain tersebut  $\pm 2 ^\circ\text{C}$ .

### 9.10.1 Uji karakteristik waktu-arus

**9.10.1.1** Arus sebesar arus tanpa trip konvensional dialirkan selama waktu konvensional melalui semua kutub, mulai dari keadaan dingin (lihat Tabel 9).



## SNI 04-6957-2003

PMS-P tidak boleh trip.

Arus kemudian dinaikkan secara teratur dalam 5 detik sampai arus trip.

PMS-P harus trip dalam waktu konvensional.

**9.10.1.2** Arus sebesar  $2 I_n$  dialirkan melalui semua kutub, dimulai dari keadaan dingin.

Waktu buka harus dalam batas  $t_1$  dan  $t_2$  seperti dinyatakan oleh pabrikan (lihat Gambar A.1, A.3 dan A.4).

**9.10.2** Uji trip sesaat (dari pelepas magnetik)

Arus  $I_{ni}$  dialirkan melalui semua kutub, dimulai dari keadaan dingin.

PMS-P tidak boleh trip dalam waktu tidak kurang dari atau sama dengan 0,1 detik.

Setelah pengujian ini, arus  $I_i$  dialirkan melalui semua kutub, dimulai dari keadaan dingin.

PMS-P harus trip dalam waktu kurang dari 0,1 detik.

**9.10.3** Uji efek pembebanan kutub tunggal pada karakteristik trip PMS-P multikutub

Kesesuaian diperiksa dengan pengujian PMS-P yang terhubung sesuai dengan 9.2 pada kondisi yang ditentukan dalam 8.5.2.1.

PMS-P harus trip dalam waktu konvensional.

**9.10.4** Uji efek suhu sekitar pada karakteristik trip

PMS-P diuji pada nilai minimum dan maksimum sesuai dengan 7.1.2, pada arus yang didapat dari perkalian  $2 I_n$  dengan faktor penurunan atau faktor penambahan peringkat yang ditetapkan oleh pabrikan untuk suhu tersebut.

PMS-P harus trip dalam batas  $t_1$  dan  $t_2$  yang dinyatakan oleh pabrikan sesuai Tabel 9.

**CATATAN** Untuk PMS-P magnetik hidrolik faktor penurunan peringkat tidak dapat diterapkan. Batas waktu trip pada suhu selain suhu udara sekitar acuan akan diuji sesuai dengan nilai yang diberikan pada petunjuk pabrikan.

## **9.11 Verifikasi kemampuan operasional listrik**

### **9.11.1 Persyaratan umum**

Pengujian mengenai verifikasi kinerja listrik dimaksudkan untuk memverifikasi bahwa PMS-P mampu menghubungkan dan memutuskan arus berkaitan dengan kondisi representatif pemakaian seperti ditunjukkan dalam 8.6.

#### **9.11.1.1 Kondisi uji**

Pengujian harus dilakukan dengan tegangan uji dan arus uji seperti ditunjukkan dalam Tabel 11 atau 12.



Toleransi besaran uji harus:

Arus:	$+5\%$ $0$	Tegangan:	$\pm 5\%$
Frekuensi:	$\pm 5\%$		

Pengujian harus dilakukan dalam sirkit uji seperti yang ditentukan dalam Gambar 3 sampai 6, dengan arus disetel sampai nilai yang ditentukan dalam Tabel 11 atau 12, sesuai dengan kinerja yang dinyatakan, dengan sarana resistor dan reaktor secara seri dihubungkan ke terminal beban.

Jika reaktor inti udara digunakan, resistor harus dihubungkan paralel dengan setiap reaktor dan mengambil arus kira-kira  $0,6\%$  dari arus yang melalui reaktor.

Jika reaktor inti besi digunakan, susut daya besi pada reaktor tersebut tidak boleh cukup besar mempengaruhi tegangan pulih.

Untuk a.b., arus harus mempunyai bentuk gelombang yang pada dasarnya sinus dan faktor daya harus seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 11 atau 12, sesuai dengan kinerja yang dinyatakan.

Untuk a.s., arus harus pada dasarnya bebas riak ( $< 5\%$  efektif) dan konstanta waktu harus seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 11 atau 12, sesuai dengan kinerja yang dinyatakan.

PMS-P harus dihubungkan dengan menggunakan konduktor dengan ukuran yang ditunjukkan dalam Tabel 14.

Untuk gawai yang terminalnya yang tidak diidentifikasi sebagai suplai dan beban, salah satu sampel harus diuji dengan hubungan yang dibalik.

#### 9.11.1.2 Prosedur uji

PMS-P dikenai sejumlah siklus operasi dengan nilai arus seperti ditunjukkan dalam Tabel 11 atau 12, sesuai dengan kinerja yang dinyatakan.

PMS-P harus dioperasikan seperti pada kondisi yang dimaksudkan pada penggunaan.

**CATATAN 1** Kondisi yang dimaksudkan mencakup penggunaan pada suhu udara sekitar acuan  $T$  berbeda dari nilai standar.

**CATATAN 2** Untuk mengurangi jumlah pengujian, pengujian pada suhu udara sekitar acuan  $T$ , atas kesepakatan pabrikan, dapat dilakukan pada arus pengenalan (berkaitan dengan suhu udara sekitar acuan standar).

Masing-masing siklus operasi harus terdiri dari operasi penghubungan dan diikuti operasi pemutusan.

Selama masing-masing siklus operasi, PMS-P harus tetap terbuka selama waktu yang ditentukan dalam Tabel 11 atau 12. Untuk PMS-P jenis M dan jenis S, waktu dalam posisi ON harus tidak melebihi 1 detik, kecuali disepakati lain antara pabrikan dan pengguna.

Untuk PMS-P jenis R dan jenis J, waktu ON harus disyaratkan untuk mentrip PMS-P.



Pada akhir masing-masing siklus operasi, sekering F yang diperlihatkan dalam Gambar 3 sampai 6 tidak boleh lebur.

#### 9.11.1.3 Kondisi PMS-P setelah pengujian

Sesudah pengujian 9.11.2, 9.11.3 dan 9.11.4 sampel harus tidak memperlihatkan:

- kerusakan yang tak semestinya;
- ketidakcocokan antara posisi kontak gerak dan posisi terkait dari gawai penunjuk;
- kerusakan selungkup terpadu, jika ada, sehingga memungkinkan terjangkaunya bagian aktif dengan jari uji (lihat 9.6);
- pengendoran hubungan listrik atau mekanis;
- rembesan dari kompon pengedap, jika ada.

Selanjutnya PMS-P harus tahan terhadap uji kuat dielektrik sesuai 9.7.3 pada tegangan 0,75 kali nilai yang ditentukan dalam 9.7.5, tanpa perlakuan kelembaban sebelumnya dari 9.7.1.

#### 9.11.1.4 Verifikasi karakteristik trip setelah pengujian

**9.11.1.4.1** Untuk PMS-P dengan mode trip termal, magnetik termal atau magnetik hidrolik, mengikuti pengujian 9.11.1.2 dan 9.11.1.3:

- PMS-P tidak boleh trip ketika arus  $1,8 I_n$  dialirkan melalui semua kutub selama waktu  $t_1$ , dimulai dari keadaan dingin;
- PMS-P harus trip dalam waktu  $t_2$  ketika arus  $2,2 I_n$  dialirkan melalui semua kutub, dimulai dari keadaan dingin.

**9.11.1.4.2** Untuk PMS-P dengan hanya mode trip magnetik, mengikuti pengujian 9.11.1.2 dan 9.11.1.3:

- PMS-P tidak boleh trip ketika arus  $0,9 I_n$  dialirkan; PMS-P harus trip ketika arus  $1,1 I_n$  dialirkan.

#### 9.11.1.4.3 Untuk PMS-P dengan mode trip hibridaa elektronik

Dalam pertimbangan.

**9.11.2** Perilaku pada arus pengenalan (atau pada beban lebih yang rendah pada PMS-P jenis R dan J)

Karena PMS-P jenis R dan J tidak dapat trip secara manual, pengujian PMS-P tersebut untuk melakukan operasi pemutusan harus dilakukan pada beban lebih yang rendah.

Kondisi uji harus seperti yang ditentukan dalam Seksi 1 Tabel 11 atau 12, sesuai dengan kinerja yang dinyatakan.

#### 9.11.3 Perilaku pada kapasitas penyakelaran pengenalan

Kondisi uji harus seperti ditentukan dalam Seksi 2 Tabel 11 atau 12, sesuai dengan kinerja yang dinyatakan.

#### 9.11.4 Perilaku pada kapasitas hubung pendek pengenalan



Pengujian ini adalah pengujian opsional.

Jarak grid yang diuraikan dalam Lampiran H IEC 60898 harus sesuai dengan informasi yang diberikan dalam petunjuk pabrikan.

Kondisi uji harus seperti ditentukan dalam Seksi 3 Tabel 11 atau 12, sesuai dengan kinerja yang dinyatakan, tetapi dengan urutan operasi seperti dinyatakan di bawah ini, pada arus hubung pendek pengenal yang ditentukan untuk PMS-P oleh pabrikan.

PMS-P diserahkan untuk urutan operasi berikut, pada arus yang ditentukan oleh pabrikan:

a) untuk PMS-P bebas trip, bebas trip bersiklus dan jenis J:

$O - t - CO - t - CO$

PMS-P bebas trip bersiklus diuji, perintah penutupan dipertahankan sampai tiga operasi pemutusan dilakukan;

b) untuk PMS-P bukan bebas trip:

$O - t - O - t - O$

dengan:

O menunjukkan operasi pembukaan

CO menunjukkan operasi penutupan diikuti oleh operasi pembukaan

t menunjukkan interval waktu antara dua operasi hubung pendek berurutan dan ditentukan sebagai berikut.

- untuk PMS-P bebas trip: waktu seperti ditentukan dalam Seksi 3 dari Tabel 11 atau 12;
- untuk PMS-P bebas trip bersiklus dan Jenis J : waktu setel balik sendiri PMS-P;
- untuk PMS-P bukan bebas trip: waktu yang cukup untuk penutupan kembali PMS-P.

**CATATAN** Pengujian PMS-P bukan bebas trip berdasarkan pada alasan bahwa PMS-P tersebut tidak dimaksudkan untuk ditutup pada kondisi hubung pendek (lihat 4.7.3).

#### 9.11.5 Uji pelepas tegangan lebih pada batas operasi

Dalam pertimbangan.

#### 9.11.6 Perilaku pelepas tegangan kurang dan tegangan nol

##### 9.11.6.1 Verifikasi batas operasi pelepas tegangan kurang dan tegangan nol

Pengujian harus dilakukan pada sampel yang baru. Kondisi uji harus ditentukan seperti pada Tabel 10.

##### 9.11.6.2 Uji daya tahan listrik pelepas tegangan kurang dan tegangan nol



PMS-P dengan pelepas tegangan kurang atau tegangan nol harus diuji dengan sejumlah siklus operasi yang diberikan dalam petunjuk pabrikan. Masing-masing siklus operasi terdiri dari operasi penghubungan dengan pelepas tegangan kurang atau tegangan nol yang dilistriki dengan tegangan pengenalan, diikuti dengan operasi pemutusan secara otomatis dengan menyakelar putus tegangan dari pelepas tegangan kurang atau tegangan nol dengan sakelar bantu eksternal.

#### 9.11.6.3 Uji tingkat ketahanan pelepas tegangan kurang dan tegangan nol

Dalam pertimbangan.

### 9.12 Uji arus hubung pendek kondisional

#### 9.12.1 Umum

Pengujian untuk memverifikasi kinerja pada kondisi arus hubung pendek kondisional harus dilakukan dengan gawai proteksi hubung pendek (GPHP) dengan jenis, peringkat dan karakteristik seperti yang ditentukan oleh pabrikan PMS-P.

Untuk kategori kinerja PC1, peringkat GPHP harus paling sedikit 15 A.

Pemasangan PMS-P harus seperti yang ditentukan dalam 9.2.

Grid yang dijelaskan dalam Lampiran H dari IEC 60898 harus ditempatkan pada jarak dari masing-masing lubang busur api PMS-P, sesuai dengan petunjuk pabrikan.

Sirkuit uji harus dipasang sesuai dengan gambar 10 sampai 13, mana yang cocok.

Untuk kalibrasi PMS-P dan GPHP termasuk kawat penghubung sesuai dengan gambar 10 sampai 13 harus diganti dengan penghubung yang impedansnya dapat diabaikan.

Sirkuit uji harus dikalibrasi untuk nilai arus hubung pendek kondisional pengenalan yang ditentukan untuk PMS-P oleh pabrikan pada arus dan faktor daya atau konstanta waktu sesuai dengan Tabel 22.

**Tabel 22 Faktor daya dan konstanta waktu sirkuit uji**

	Arus uji $I_{cc}$ (A)	Faktor daya (julat)	Konstanta waktu (ms)
a.b.	$1300 < I_{cc} \leq 1500$ $1500 < I_{cc} \leq 3000$	0,93 sampai 0,98 0,85 sampai 0,90	
a.s.	$I_{cc} \leq 1000$ $I_{cc} > 1000$		$2,5 \pm 0,5$ $5,0 \pm 1$
Untuk pengujian pada arus lebih tinggi dari 3000 A, acuan sebaiknya diambil dari 9.12.5 pada IEC 60898			



Setelah kalibrasi sirkit uji, penghubung yang impedansnya dapat diabaikan harus diganti dengan GPHP dan PMS-P termasuk kawat penghubung sesuai Gambar 10 sampai 13, PMS-P dihubungkan seperti diperlihatkan pada Gambar 10 sampai 13 dengan sarana konduktor tembaga, dengan panjang seperti diperlihatkan gambar di atas dan luas penampang maksimum sesuai dengan arus pengenal PMS-P sesuai Tabel 3.

#### 9.12.2 Nilai besaran uji

Semua pengujian mengenai verifikasi arus hubung pendek pengenal kondisional harus dilaksanakan dengan nilai arus, tegangan dan faktor daya yang dinyatakan oleh pabrikan dan sesuai dengan tabel yang relevan dari standar ini.

Nilai tegangan yang diterapkan adalah nilai yang diperlukan untuk menghasilkan tegangan pulih frekuensi daya yang ditentukan. Nilai tegangan pulih frekuensi daya pada masing-masing fase harus sama dengan nilai yang berkaitan dengan 105% tegangan operasi pengenal PMS-P yang diuji.

#### 9.12.3 Toleransi pada besaran uji

Pengujian akan dianggap sah jika nilai efektif yang dicatat dalam laporan pengujian berbeda dari nilai yang ditentukan dalam toleransi berikut.

Arus: + 5 %

0

Tegangan:  $\pm 5$  % (termasuk tegangan pulih frekuensi daya)

Frekuensi:  $\pm 5$  %

#### 9.12.4 Prosedur uji

##### 9.12.4.1 Umum

Prosedur uji terdiri dari urutan operasi.

Lambang berikut digunakan untuk menentukan urutan operasi:

- O menunjukkan operasi pembukaan;
- CO menunjukkan operasi penutupan diikuti operasi pembukaan;
- $t$  menunjukkan interval waktu antara dua operasi hubung pendek berurutan dan ditentukan sebagai berikut.
  - jika GPHP beroperasi: diperlukan waktu 3 menit atau lebih untuk menutup kembali PMS-P;
  - jika GPHP tidak beroperasi:
    - untuk PMS-P bebas trip dan bukan bebas trip: 3 menit;
    - untuk PMS-P jenis J dan bebas trip bersiklus: waktu setel balik gawai tersebut.

Nilai aktual  $t$  harus dinyatakan dalam laporan uji.



PMS-P diserahkan untuk urutan operasi berikut.

- untuk PMS-P bebas trip, bebas trip bersiklus dan jenis J:

$O - t - CO - t - CO$

- untuk PMS-P tanpa bebas trip

$O - t - O - t - O$

Dalam hal pengujian fase tunggal, nilai sesaat awal arus hubung pendek untuk operasi O pertama harus sedemikian sehingga terjadi energi maksimum yang melalui GPHP:

- untuk sekering, sebaiknya mengacu IEC 60269;
- untuk pemutus sirkit dengan sifat pembatas energi, pabrikan harus menyediakan informasi mengenai sifat pembatas energi yang relevan.

PMS-P harus dianggap lulus uji jika:

- sekering deteksi arus bocor tidak terbuka; namun GPHP dapat beroperasi;
- tidak ada kerusakan pada selungkup terpadu, jika ada, dengan mengizinkan jari uji menjangkau ke bagian aktif (lihat 9.6);
- tidak ada sekering yang lebur dari sirkit grid (lihat gambar H.3 dari IEC 60898).

#### 9.12.4.2 Verifikasi arus hubung pendek kondisional pengenalan untuk kategori kinerja PC1 ( $I_{nc1}$ ).

PMS-P diserahkan untuk urutan uji seperti yang ditentukan dalam 9.12.4.1 dengan arus uji berkaitan dengan arus hubung pendek kondisional pengenalan.

Kondisi berikut dari PMS-P setelah uji hubung pendek dianggap dapat diterima:

- tidak mampu beroperasi setelah operasi pertama atau kedua atau ketiga;
- tidak mampu disetel kembali;
- tidak mampu trip dalam batas yang ditentukan;
- tidak mampu menunjukkan posisi kontak (terbuka atau tertutup);
- pengelasan kontak;
- kerusakan internal dalam PMS-P.

#### 9.12.4.3 Verifikasi arus hubung pendek kondisional pengenalan untuk kategori kinerja PC2 ( $I_{nc2}$ ).

Dua kelompok PMS-P (lihat Tabel C.2 dan C.3) diserahkan untuk urutan operasi yang ditentukan dalam 9.12.4.1 dengan arus uji seperti ditentukan di bawah ini:

- satu kelompok dengan arus uji berkaitan dengan arus hubung pendek kondisional pengenalan;
- kelompok lainnya dengan arus uji berkaitan dengan 1,5 kali kapasitas hubung pendek pengenalan PMS-P (lihat 8.6).

Setelah pengujian ini PMS-P harus memenuhi kondisi yang ditentukan dalam 9.12.4.1.

Sebagai tambahan PMS-P harus tidak memperlihatkan:

- ketidakcocokan antara posisi kontak gerak dan posisi terkait dari gawai penunjuk;



- rembesan dari kompon pengedap.

Selanjutnya PMS-P harus tahan terhadap uji kuat dielektrik sesuai 9.7.3 pada tegangan 0,75 kali nilai yang ditetapkan pada 9.7.5 tanpa perlakuan kelembaban sebelumnya.

PMS-P harus dianggap lulus uji jika setelah pengujian memenuhi 9.11.1.3 dan 9.11.1.4.

### 9.13 Uji ketahanan terhadap kejut dan tumbuk mekanis

Dalam pertimbangan.

### 9.14 Uji ketahanan terhadap bahang

**9.14.1** PMS-P disimpan selama 1 jam dalam lemari pemanas pada suhu  $(100 \pm 2) ^\circ\text{C}$ . Selama pengujian, PMS-P tidak boleh mengalami setiap perubahan yang mengganggu pemakaian selanjutnya dan kompon pengedap, jika ada, tidak boleh meleleh sampai sedemikian sehingga bagian aktif terkena.

Setelah pengujian dan setelah sampel diizinkan untuk didinginkan sampai mendekati suhu ruang, tidak boleh ada akses ke bagian aktif yang secara normal tidak dapat terjangkau ketika sampel dipasang seperti penggunaan normal, bahkan jika jari uji standar diterapkan dengan gaya tidak melebihi 5 N.

Setelah pengujian, penandaan harus tetap dapat dibaca.

Pudarnya warna, lepuh atau sedikit pergeseran dari kompon pengedap diabaikan, asalkan keselamatan tidak terganggu dalam pengertian standar ini.

**9.14.2** Bagian eksternal PMS-P terbuat dari bahan insulasi, yang diperlukan untuk menahan posisi bagian hantar arus dan bagian sirkit proteksi, dikenai uji tekanan bola dengan sarana aparatus seperti terlihat dalam Gambar 8, kecuali jika bagian insulasi yang diperlukan untuk menahan terminal konduktor proteksi dalam kotak harus diuji seperti ditentukan dalam 9.14.3.

Permukaan bagian yang diuji diletakkan dalam posisi horizontal pada pelat baja, dan bola baja berdiameter 5 mm ditekan terhadap bagian tersebut dengan gaya 20 N.

Pengujian dilakukan dalam lemari pemanas pada suhu  $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

Setelah 1 jam, bola dilepaskan dari sampel yang kemudian didinginkan selama 10 detik sampai mendekati suhu ruang dengan mencelupkannya ke dalam air dingin.

Diameter jejak yang diakibatkan bola diukur dan tidak boleh melebihi 2 mm.

**9.14.3** Bagian eksternal PMS-P yang terbuat dari bahan insulasi dan tidak diperlukan untuk menahan posisi bagian hantar arus dan sirkit proteksi, walaupun saling bersentuhan, dikenai uji tekanan bola sesuai dengan 9.14.2. Namun pengujian ini dilakukan pada suhu  $(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$  atau  $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$  ditambah kenaikan suhu tertinggi yang ditentukan untuk bagian yang relevan selama pengujian 9.8, mana yang lebih tinggi.

Untuk PMS-P yang dikalibrasi pada suhu udara sekitar acuan yang berbeda dari  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , pengujian harus dilakukan pada batas atas dari suhu udara sekitar sesuai 7.1.2. ditambah kenaikan suhu tertinggi yang ditentukan untuk bagian yang relevan selama pengujian 9.8. atau pada suhu  $(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , mana yang lebih tinggi.



CATATAN 1 Untuk maksud pengujian sesuai 9.14.2 dan 9.14.3, alas PMS-P jenis permukaan dianggap sebagai bagian eksternal.

CATATAN 2 Pengujian 9.14.2 dan 9.14.3 tidak dilakukan pada bagian dari bahan keramik.

CATATAN 3 Jika dua atau lebih bagian insulasi yang mengacu ke 9.14.2 dan 9.14.3 terbuat dari bahan yang sama, pengujian dilakukan hanya pada salah satu bagian tersebut sesuai 9.14.2 dan 9.14.3, secara berturut-turut.

CATATAN 4 Revisi pengujian ini dalam pertimbangan.

### **9.15 Uji ketahanan terhadap bahang abnormal dan api**

Kesesuaian dengan persyaratan 8.10 harus diperiksa dengan sarana uji kawat pijar yang dilakukan sesuai ayat 4 sampai dengan 10 IEC. 60695-2-1 pada kondisi berikut.

- untuk bagian eksternal PMS-P yang terbuat dari bahan insulasi yang diperlukan untuk menahan posisi bagian hantar arus dan bagian sirkit proteksi, dengan pengujian yang dilakukan pada suhu  $(960 \pm 10) ^\circ\text{C}$ ;
- untuk semua bagian eksternal lain yang terbuat dari bahan insulasi, dengan pengujian yang dilakukan pada suhu  $(650 \pm 10) ^\circ\text{C}$ .

CATATAN 1 Untuk maksud pengujian ini, alas PMS-P jenis permukaan dianggap sebagai bagian eksternal.

CATATAN 2 Pengujian tidak dilakukan pada bagian yang terbuat dari bahan keramik.

CATATAN 3 Jika bagian insulasi terbuat dari bahan yang sama, pengujian dilakukan hanya pada salah satu dari bagian ini, sesuai suhu uji kawat pijar yang sesuai.

Uji kawat pijar diterapkan untuk memastikan bahwa kawat uji yang dipanasi secara listrik pada kondisi uji yang ditentukan tidak menyebabkan penyalaan bahan insulasi, atau untuk memastikan bahwa bagian bahan insulasi yang mungkin menyala oleh kawat uji yang dipanaskan pada kondisi yang ditentukan, mempunyai waktu terbatas untuk terbakar tanpa menyebarkan api dengan nyala, bagian terbakar atau percikan api yang jatuh ke bawah dari bagian yang diuji.

Pengujian dilakukan pada satu sampel.

Jika ada keraguan, pengujian harus diulangi pada dua sampel berikutnya.

Pengujian dilakukan dengan menerapkan kawat pijar sekali saja.

Selama pengujian sampel harus ditempatkan pada posisi pemasangan yang paling tidak baik dari penggunaan yang dimaksudkan (dengan permukaan yang diuji pada posisi tegak).

Ujung kawat pijar harus diterapkan pada permukaan yang ditentukan dari sampel uji dengan memperhitungkan kondisi penggunaan yang dimaksudkan, yang memungkinkan elemen panas atau pemijar dapat menyentuh sampel.

Sampel dianggap telah lulus uji kawat pijar, jika:

- tidak nampak nyala dan tidak ada pijar yang berkelanjutan, atau
- nyala dan/atau pijar pada sampel padam dalam 30 detik setelah kawat pijar dilepas.



Tidak boleh ada penyalan pada kertas tisu atau penghangusan papan kayu pinus.

CATATAN 4 Revisi pengujian ini dalam pertimbangan.

### 9.16 Uji ketahanan terhadap penjaluran

Kesesuaian dengan persyaratan 7.11 untuk bahan selain dari keramik diperiksa dengan pengujian berikut.

Permukaan datar dari bagian yang diuji, jika mungkin paling sedikit 15 mm x 15 mm, ditempatkan pada posisi horizontal.

Dua elektrode platina dengan dimensi diperlihatkan pada Gambar 9 ditempatkan pada permukaan sampel seperti terlihat pada gambar tersebut, sedemikian sehingga ujung bulat kontak dengan permukaan sampel pada seluruh panjangnya. Gaya yang menekan permukaan oleh masing-masing elektrode kira-kira 1 N.

Elektrode dihubungkan ke sumber suplai yang pada dasarnya berbentuk gelombang sinus dengan frekuensi antara 45 Hz dan 65 Hz, pada tegangan yang berkaitan dengan CTI bahan (lihat Tabel 1) yaitu 100 V, 400 V atau 600 V.

Impedans total sirkit ketika elektrode terhubung pendek disetel dengan sarana resistor variabel, sedemikian sehingga arus ( $1,0 \pm 0,1$ ) A pada faktor daya antara 0,9 dan 1. Relai arus lebih dengan waktu trip paling sedikit 0,5 detik, termasuk dalam sirkit.

Permukaan sampel dibasahi dengan tetesan larutan ammonium chlorida dalam air suling yang ditetaskan di tengah di antara elektrode.

Larutan mempunyai resistivitas 400  $\Omega \cdot \text{cm}$  pada 25 °C, berkaitan dengan konsentrasi kira-kira 0,1 %.

Tetesan mempunyai volume  $20^{+5}_0 \text{ mm}^3$  dan ditetaskan dari ketinggian 30 sampai 40 mm.

Interval waktu antara tetesan yang satu dengan tetesan berikutnya adalah  $(30 \pm 5)$  detik.

Tidak boleh terjadi lewat denyar atau tembusi antar elektrode, sebelum 50 tetes dijatuhkan.

CATATAN Sebelum masing-masing pengujian dimulai, perlu diperhatikan bahwa elektrode harus bersih, ditempatkan dan dibentuk secara benar. Jika ragu, pengujian dapat diulang, jika perlu pada sampel yang baru.

### 9.17 Uji ketahanan terhadap pengaratan

Setiap gemuk dibersihkan dari bagian yang diuji, dengan mencelupkan ke dalam penghilang gemuk kimia dingin seperti petrol yang disuling selama 10 menit; kemudian bagian tersebut dicelupkan selama 10 menit ke dalam larutan 10% ammonium chlorida dalam air pada suhu  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

Tanpa pengeringan, tapi setelah membersihkan setiap tetesan, bagian tersebut selama 10 menit ditempatkan dalam kotak berisi udara jenuh dengan uap air pada suhu  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

Setelah bagian tersebut dikeringkan selama 10 menit dalam lemari pemanas pada suhu  $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , permukaannya tidak boleh menunjukkan tanda-tanda karat.

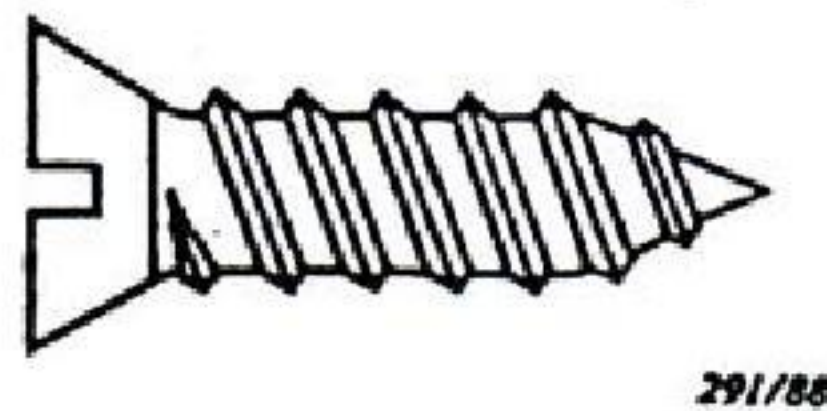


Jejak karat pada tepi yang tajam dan setiap lapisan tipis kekuning-kuningan yang dapat dilepaskan dengan gosokan diabaikan.

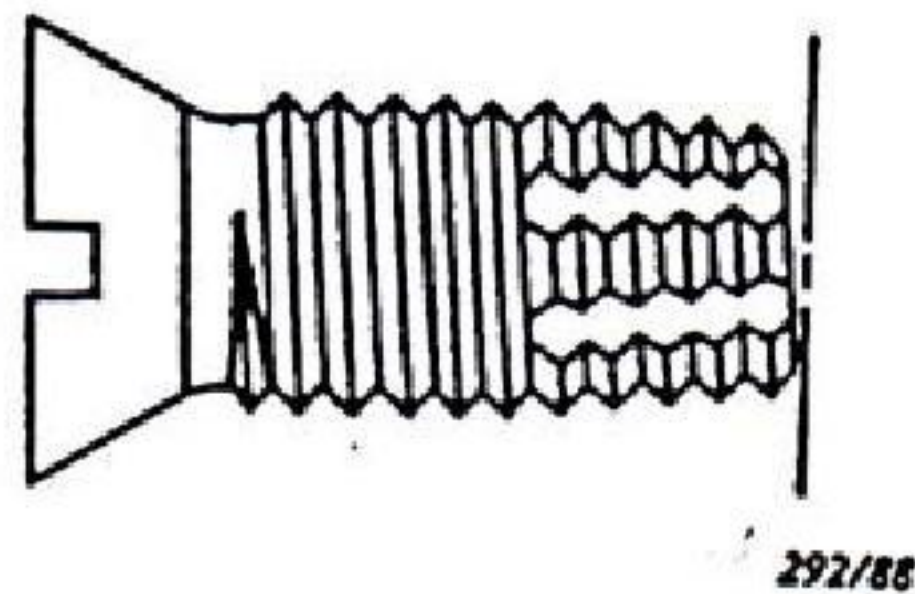
Untuk pegas kecil dan sejenisnya dan untuk bagian yang tidak dapat terjangkau yang terkena abrasi (lecet), lapisan gemuk dapat memberikan proteksi yang memadai terhadap pengaratan.

Bagian tersebut hanya dikenai pengujian, jika ada keraguan terhadap keefektifan lapisan tipis gemuk dan pengujian kemudian dilakukan tanpa sebelumnya menghilangkan gemuk.

**CATATAN** Jika digunakan cairan yang ditentukan untuk pengujian, tindakan pencegahan yang memadai sebaiknya dilakukan untuk mencegah penghisapan uap.

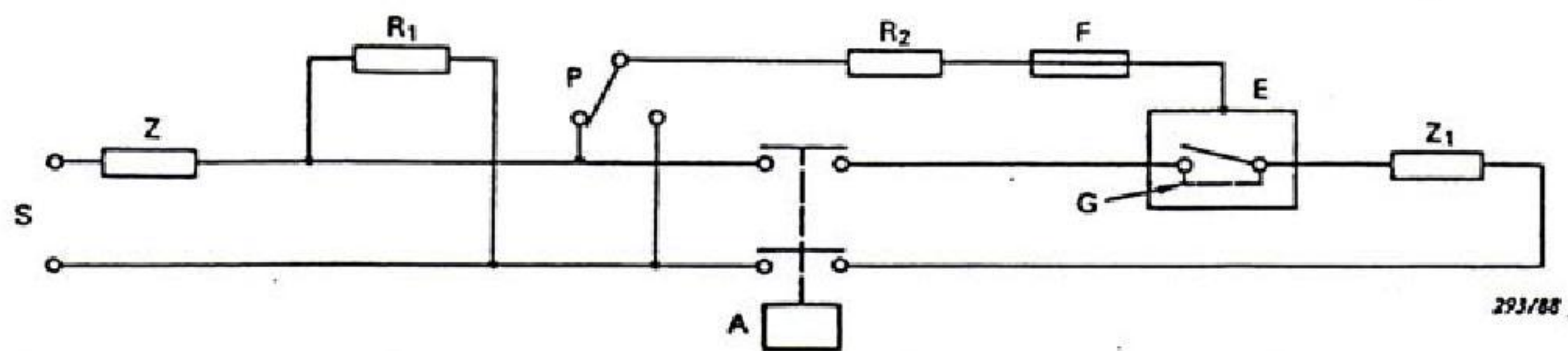


Gambar 1 Sekrup pembentuk ulir

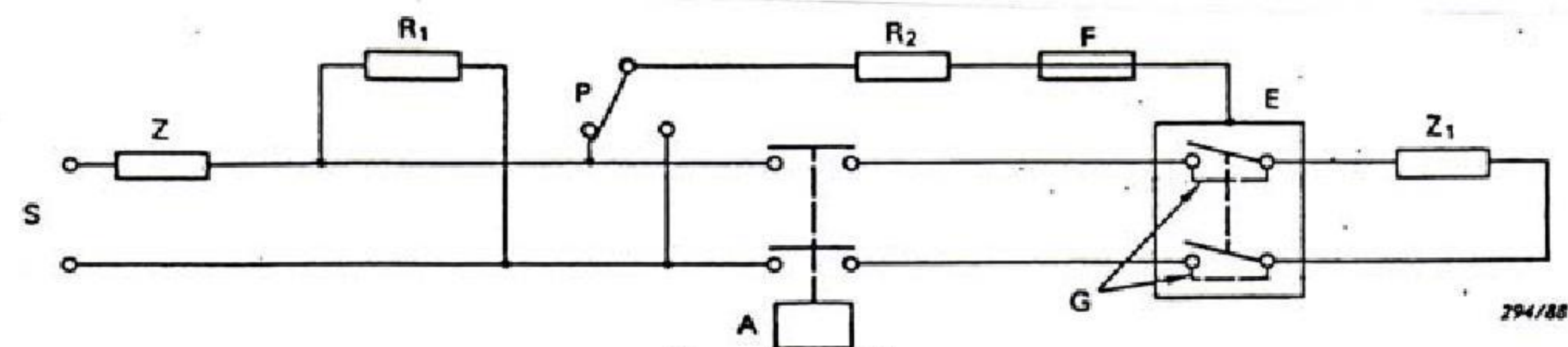


Gambar 2 Sekrup pemutus ulir

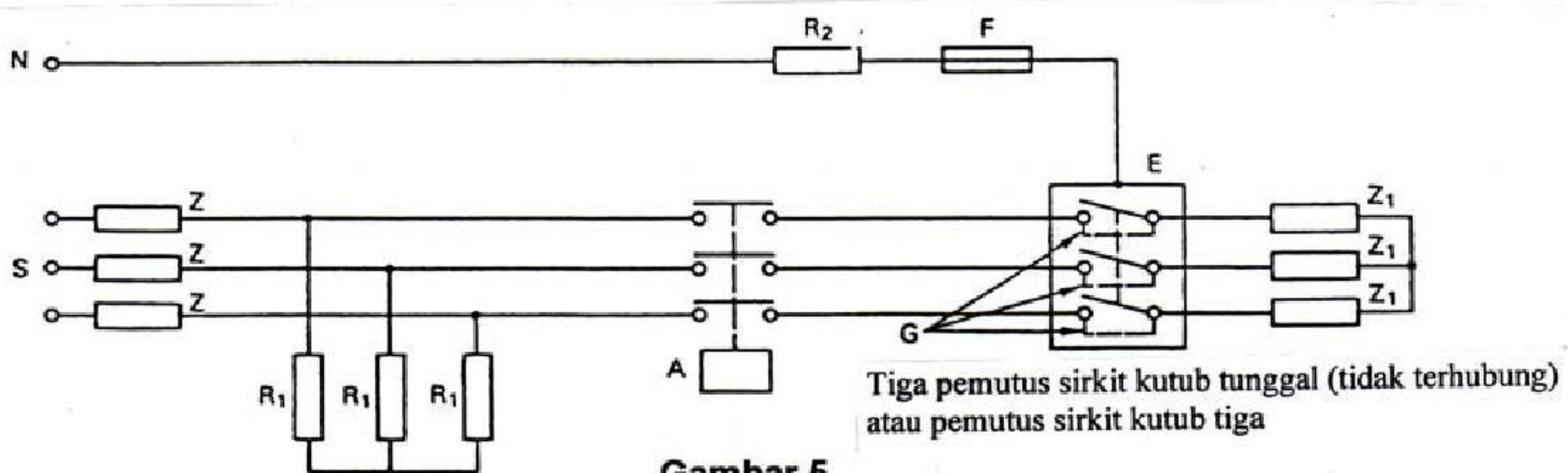




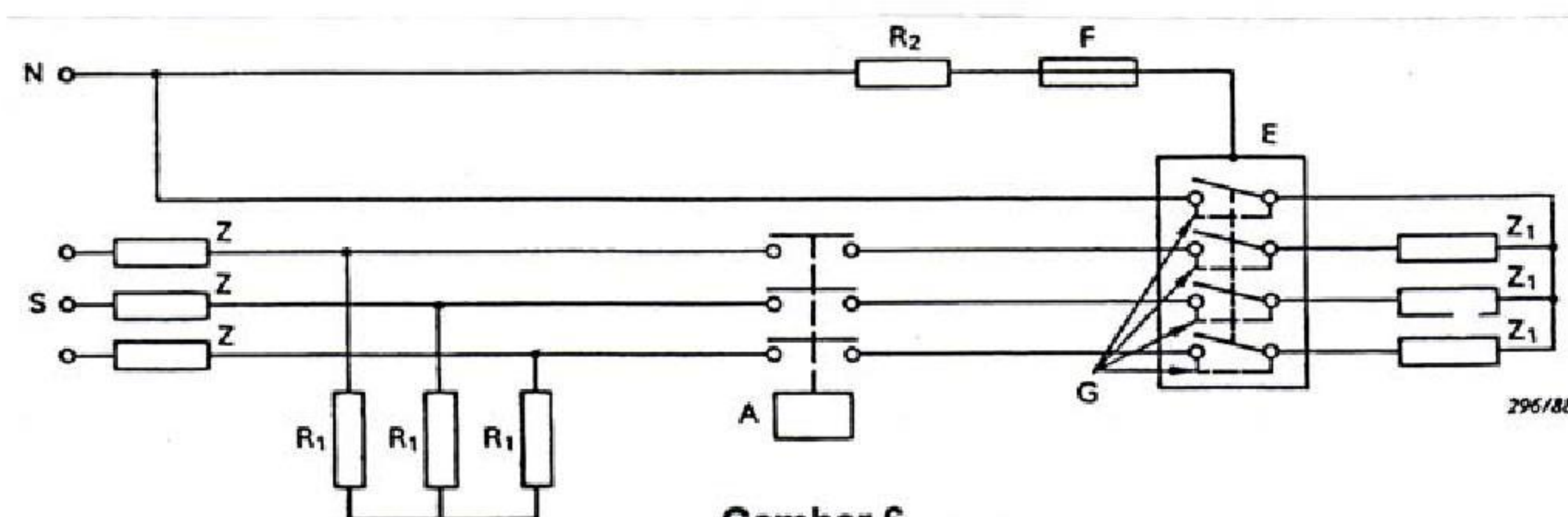
Gambar 3



Gambar 4



Gambar 5



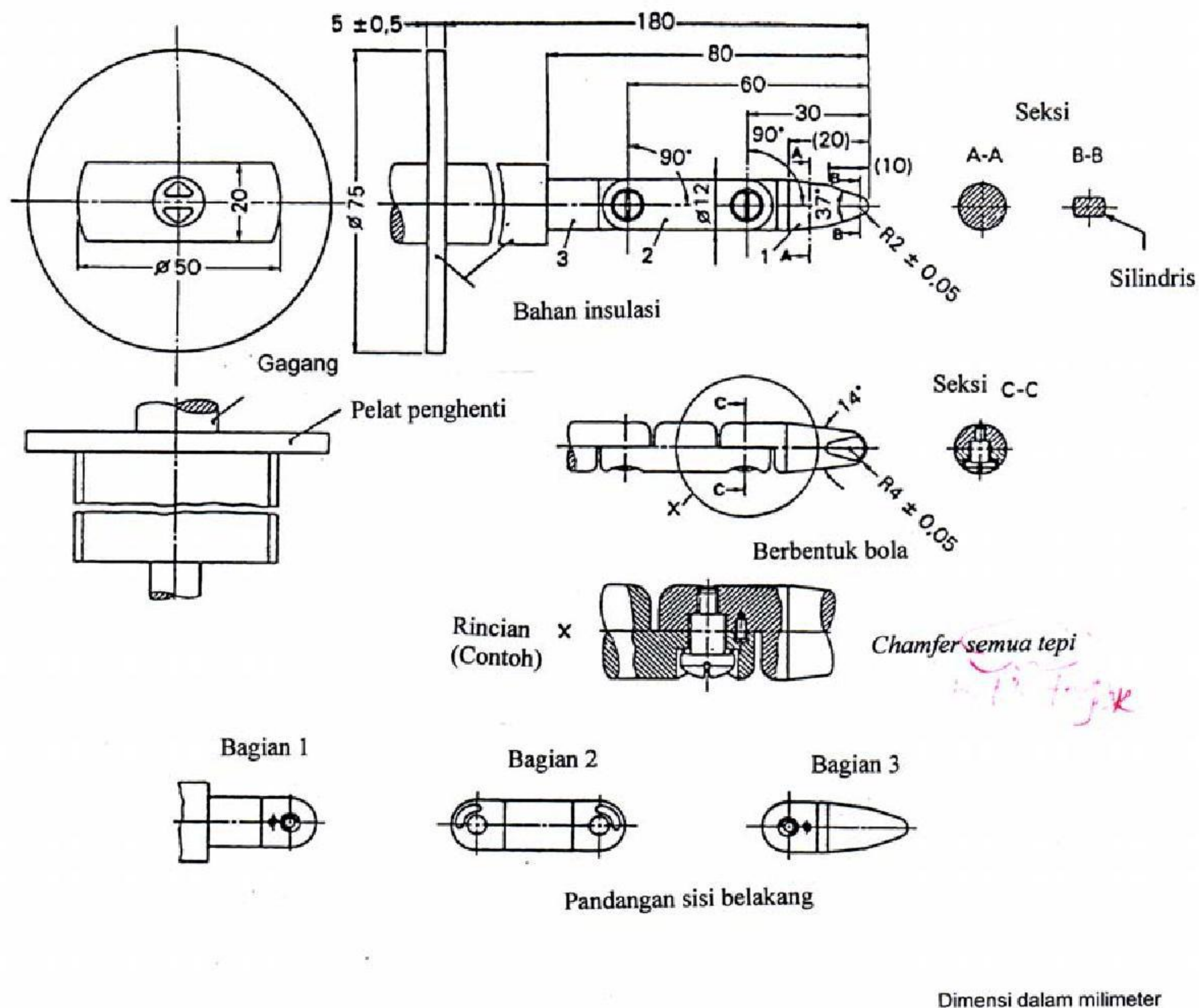
Gambar 6

## Keterangan:

- S = sumber suplai
- N = netral
- Z = impedans untuk penyetelan arus prospektif terhadap kapasitas hubung pendek pengenalan
- Z<sub>t</sub> = impedans untuk penyetelan arus uji terhadap nilai yang lebih rendah dari kapasitas hubung pendek pengenalan
- R<sub>t</sub> = resisrtor, menarik arus 10 A per fase
- E = selungkup atau penyangga
- A = sakelar bantu tersinkronsasi berkaitan dengan gelombang tegangan
- G = hubungan impedans yang dapat diabaikan untuk kalibrasi sirkit uji
- R<sub>2</sub> = resistor 0,5 Ω
- F = kawat tembaga (diameter 0,1 mm, panjang 50 mm)
- P = sakelar selektor

Gambar 3 sampai 6 - Sirkit uji untuk uji arus lebih





Toleransi pada dimensi tanpa toleransi spesifik:

- pada sudut: 0  
-10'

- pada dimensi linear:

sampai dengan 25 mm:	0 - 0,05
lebih 25 mm:	± 0,2

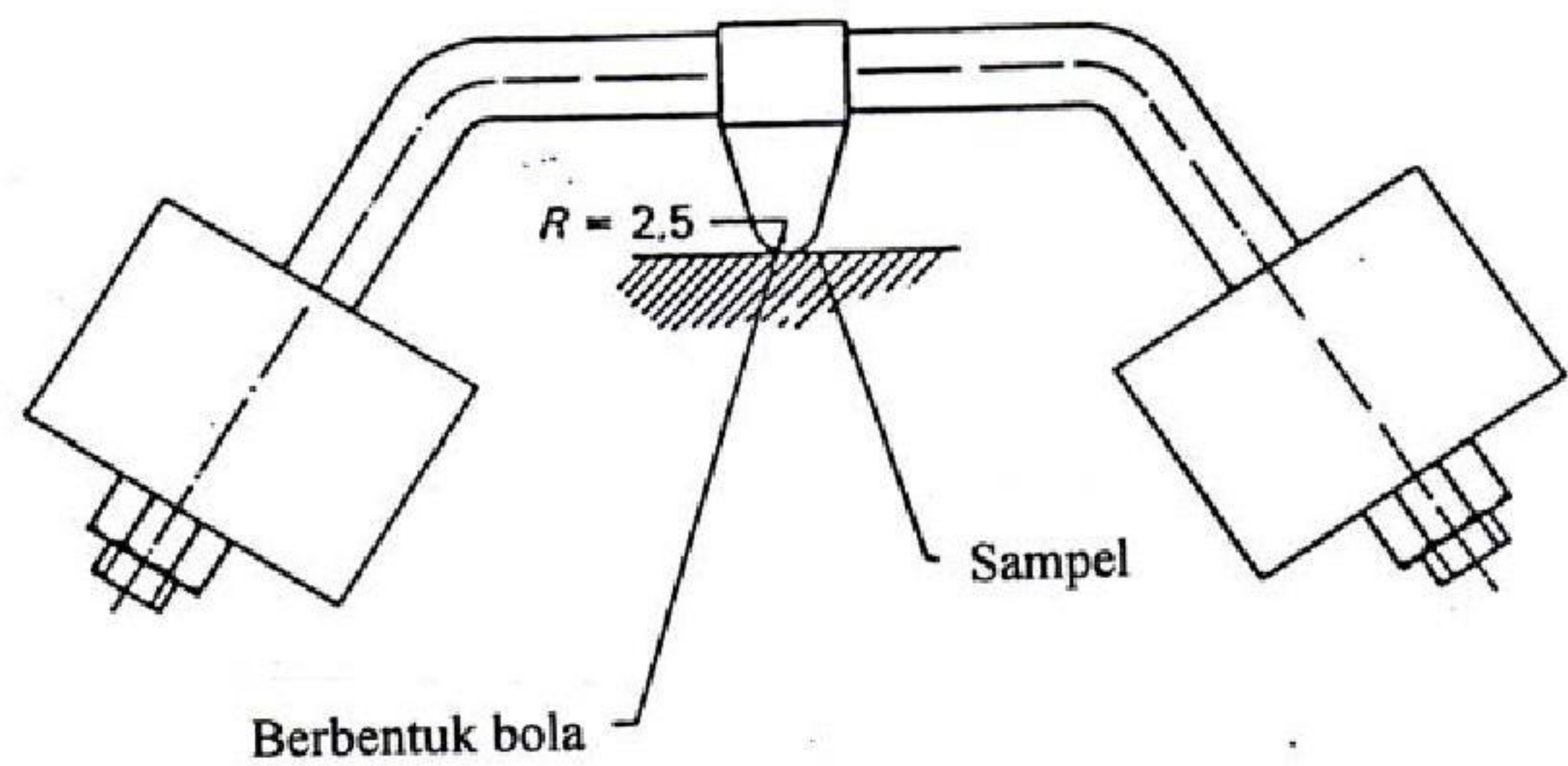
Bahan jari uji : sebagai contoh, baja diperlakukan panas

CATATAN 1 Kedua sambungan jari uji ini dapat ditekuk hingga sudut  $90^{\circ} +10^{\circ}$  tetapi pada satu arah dan arah yang sama.

CATATAN 2 Penggunaan pin dan alur hanya salah satu pendekatan yang mungkin untuk membatasi sudut tekuk hingga  $90^{\circ}$ . Untuk alasan ini, dimensi dan toleransi rincian ini tidak diberikan dalam gambar. Rancangan aktual harus memastikan sudut tekuk  $90^{\circ}$  dengan toleransi  $0^{\circ}$  hingga  $+10^{\circ}$ .

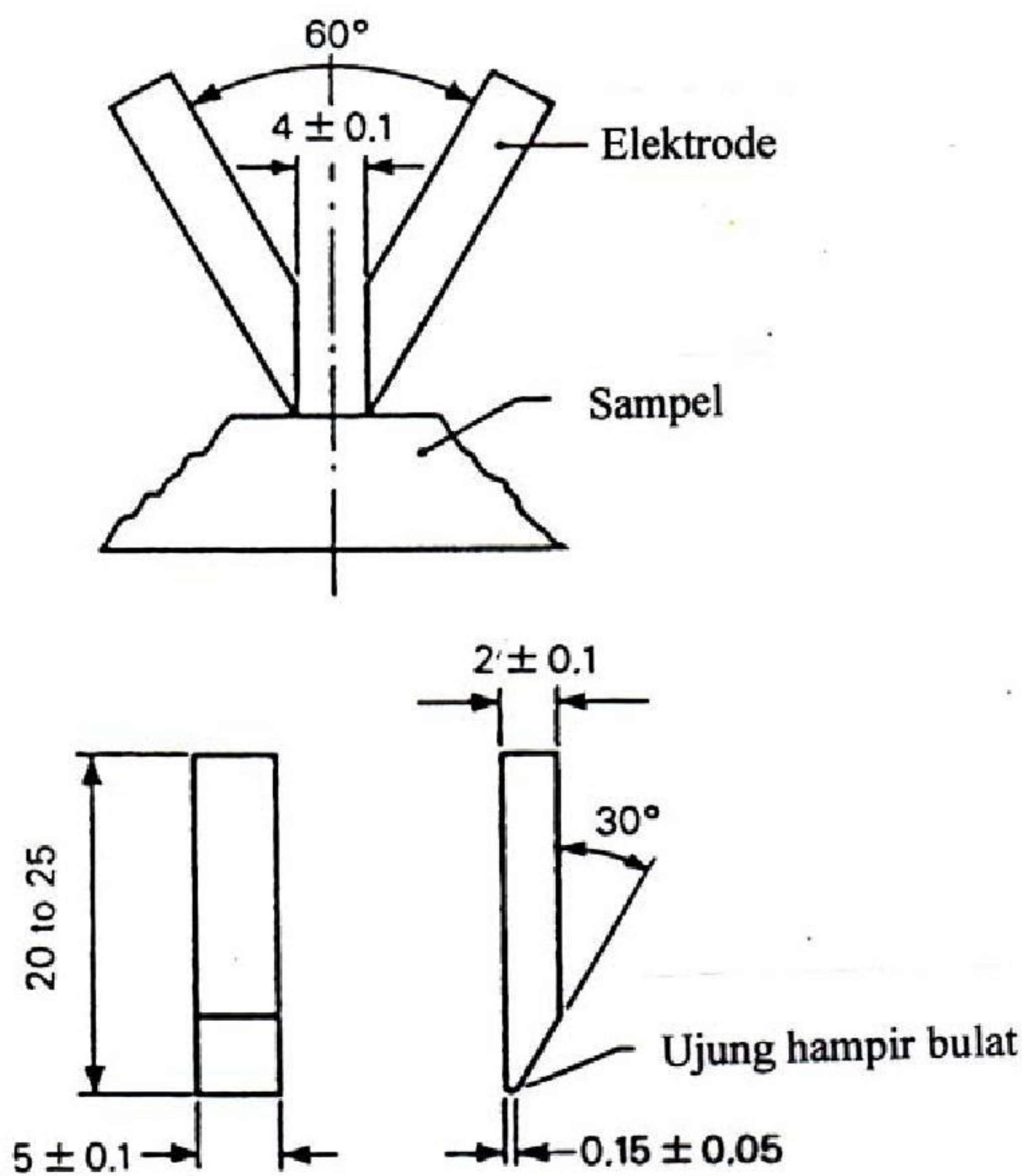
**Gambar 7 Jari uji standar (lihat IEC 60529)**





Dimensi dalam mm

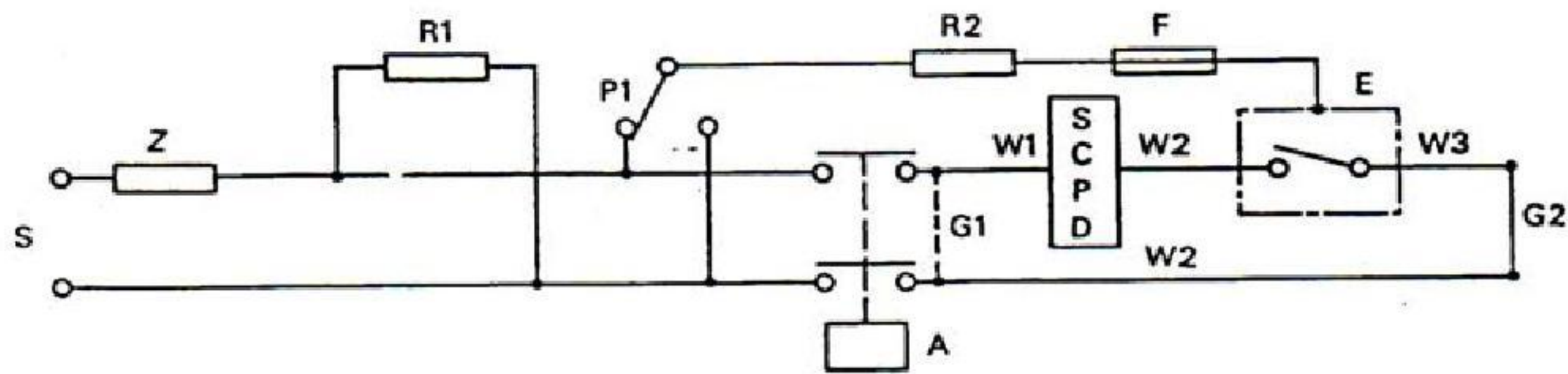
Gambar 8    Aparat tekanan bola



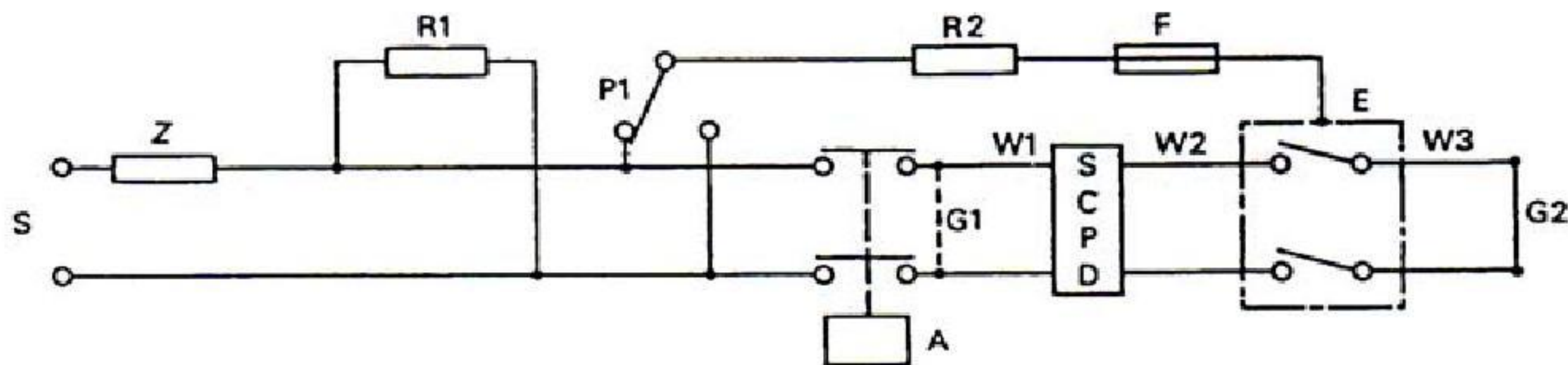
Dimensi dalam mm

Gambar 9    Susunan dan dimensi elektrode untuk uji penjaluran

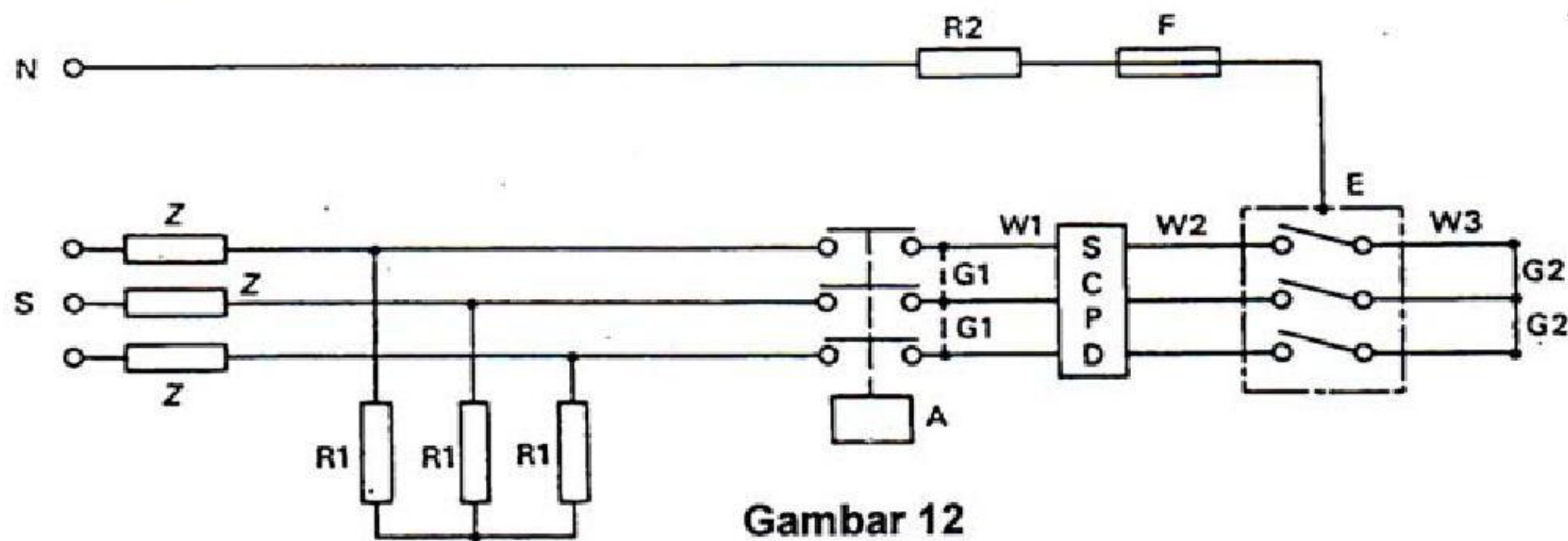




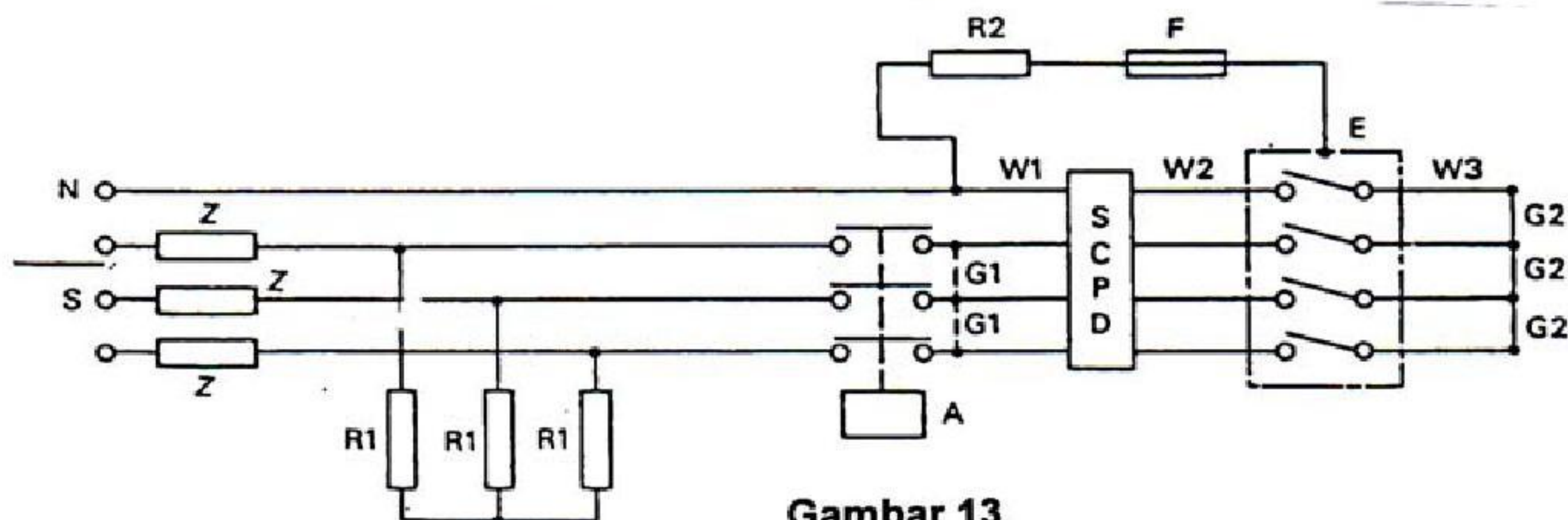
Gambar 10



Gambar 11



Gambar 12



Gambar 13

Keterangan :

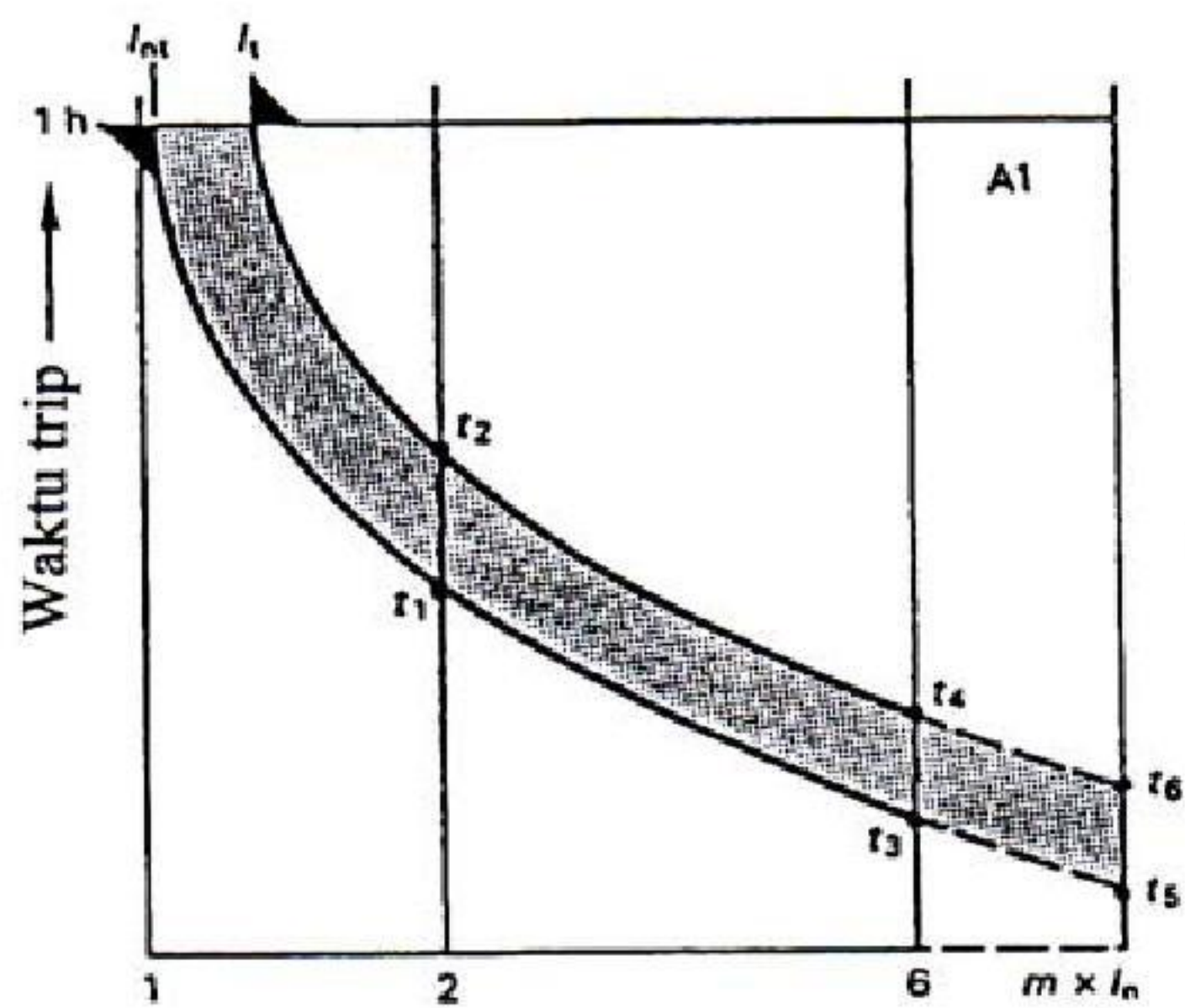
- Keterangan :
- S = sumber suplai
  - Z = impedans untuk penyetelan arus prospektif terhadap arus hubung pendek kondisional pengenalan
  - R1 = resistor, yang menarik arus 10 A per fase
  - R2 = resistor, 0,5  $\Omega$
  - E = penyangga selungkup
  - A = sakelar bantu tersinkronisasi berkaitan dengan gelombang tegangan
  - G1 = hubungan impedans yang dapat diabaikan untuk kalibrasi sirkit uji
  - F = kawat tembaga (diameter 0,1 mm; panjang 50 mm)
  - W1 dan W2 = kawat masing-masing panjang 0,75 m dan luas penampang didasarkan pada peringkat GPHP
  - W3 = kawat masing-masing panjang 0,75 m dan luas penampang didasarkan pada peringkat PMS-P
  - P1 = sakelar selektor
  - G2 = hubungan impedans yang dapat diabaikan.

Gambar 10 sampai 13 Sirkit uji untuk verifikasi arus hubung pendek kondisional

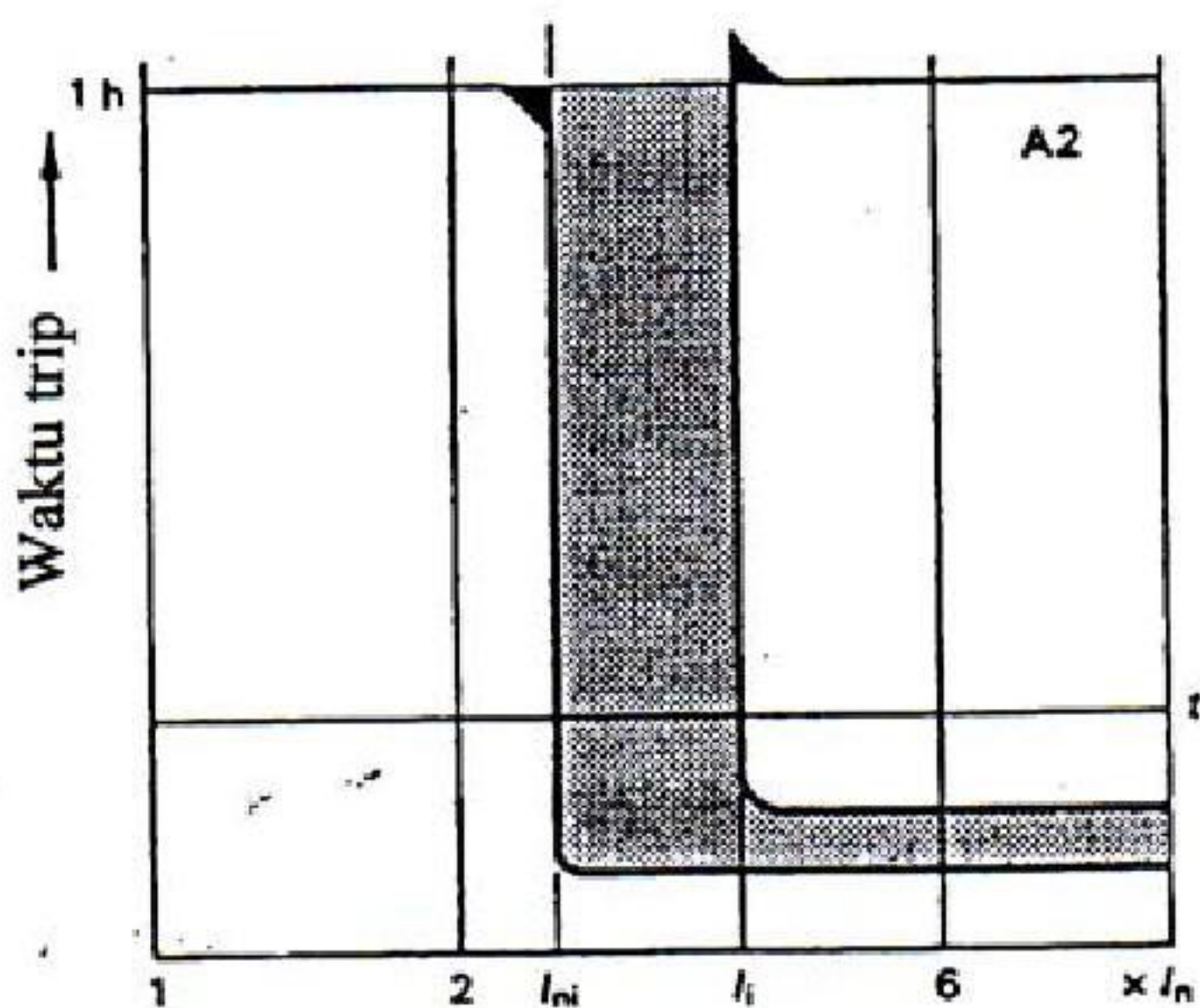


Lampiran A  
(normatif)

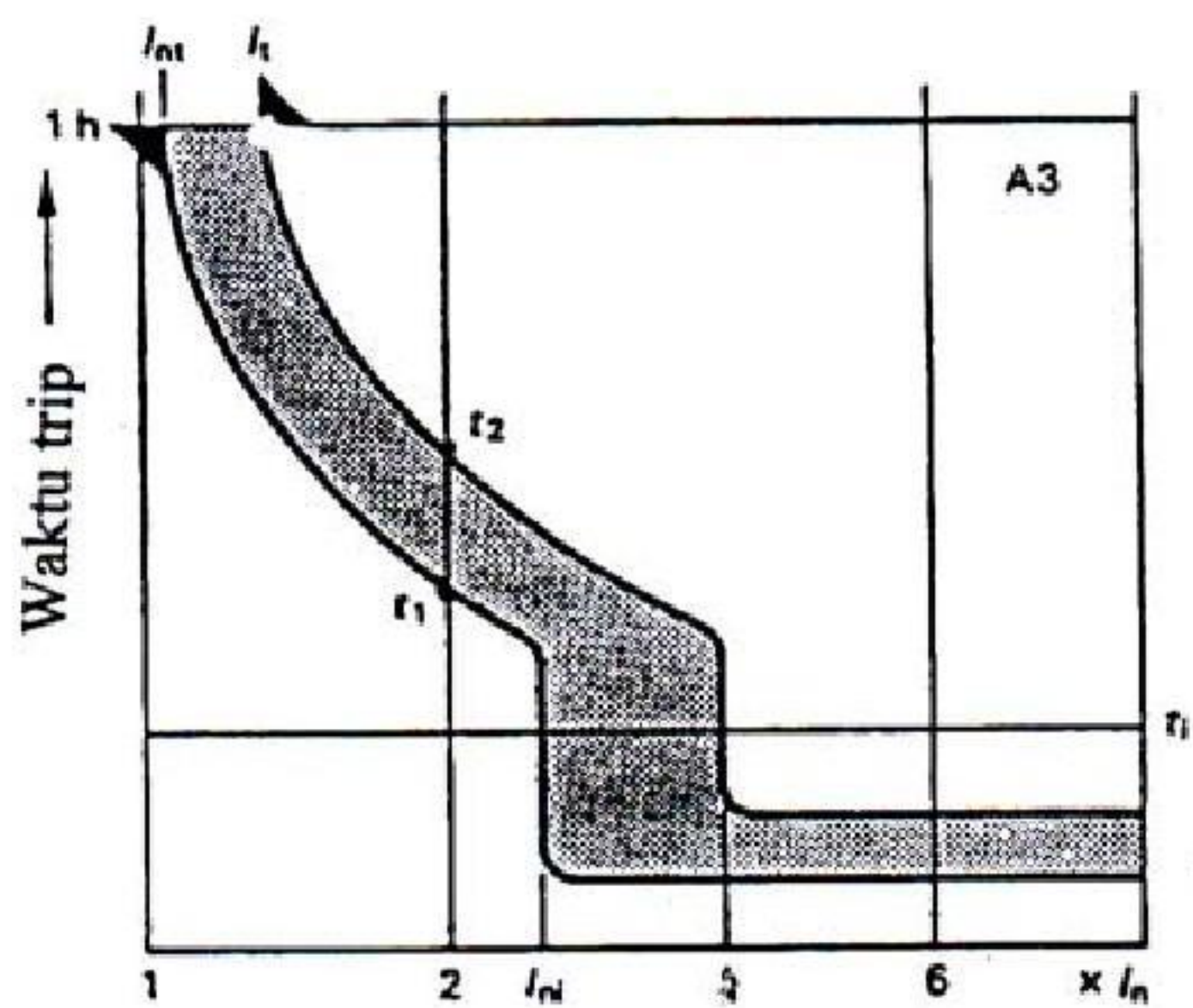
Zone waktu – arus (lihat 9.10 dan Tabel 9)



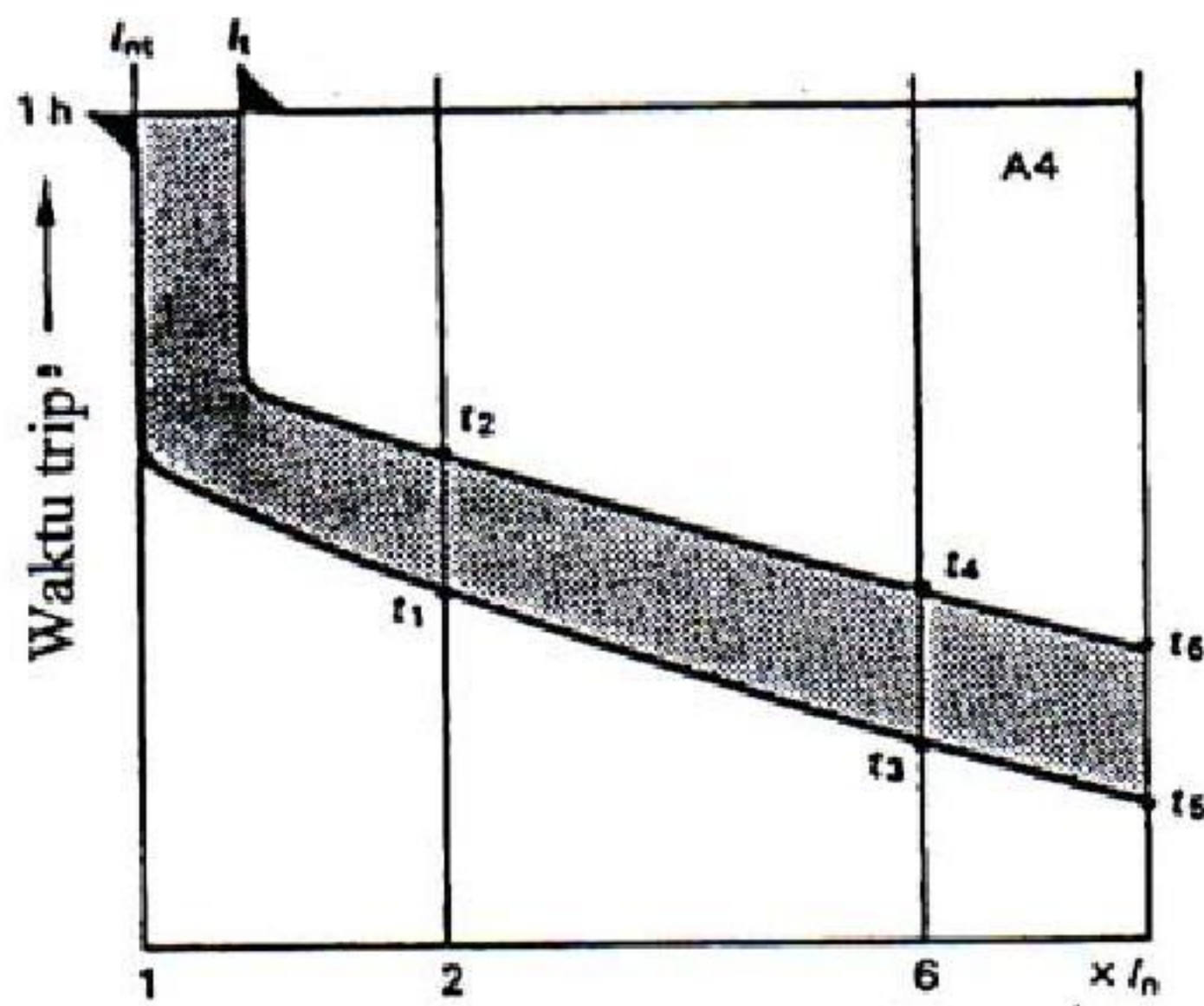
Gambar A.1 Hanya mode termal



Gambar A.2 Hanya mode magnetik



Gambar A.3 Mode magnetik termal



Gambar A.4 Mode magnetik hidrolik

$m$  = faktor yang dinyatakan oleh pabrikan (lihat Tabel 5)  
 $t_1...t_6$  = waktu yang dinyatakan oleh pabrikan

$I_n$  = arus pengenalan  
 $I_t$  = arus trip sesaat  
 $I_{nt}$  = arus tanpa trip sesaat  
 $t_i$  = waktu trip sesaat  
 $I_{nt}$  = arus tanpa trip konvensional  
 $I_t$  = arus trip konvensional

Gambar A.1 sampai dengan A.4



## Lampiran B (normatif)

### Penentuan jarak bebas dan jarak rambat

Dalam penentuan jarak bebas dan jarak rambat, disarankan butir-butir berikut dipertimbangkan.

Jika jarak bebas dan jarak rambat dipengaruhi oleh satu atau lebih bagian logam, jumlah seksi sebaiknya mempunyai paling sedikit nilai minimum yang ditentukan.

Seksi individual kurang dari:

- 0,2 mm panjangnya untuk tingkat polusi 2;
- 0,8 mm panjangnya untuk tingkat polusi 3;

sebaiknya tidak dipertimbangkan dalam perhitungan panjang total jarak bebas.

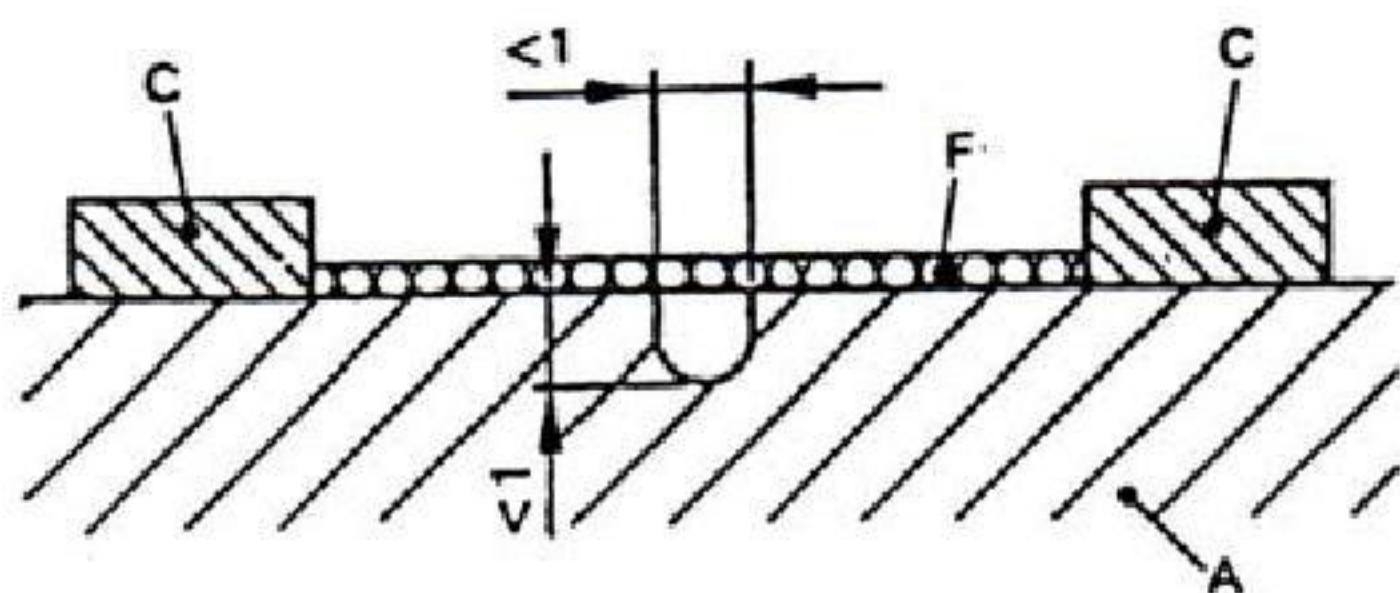
Dalam penentuan jarak rambat:

- alur dengan lebar paling sedikit 1 mm dan kedalaman paling sedikit 1 mm diukur sepanjang konturnya;
- alur dengan sebarang dimensi lebih kecil dari dimensi tersebut sebaiknya diabaikan dan hanya diukur jarak langsung;
- tonjolan dengan tinggi kurang dari 1 mm sebaiknya diabaikan;
- tonjolan dengan tinggi paling sedikit 1 mm:
  - sebaiknya diukur sepanjang konturnya, jika merupakan bagian terpadu komponen bahan insulasi (misalnya dengan pencetakan, pengelasan atau penyemenan);
  - sebaiknya diukur sepanjang jalur terpendek dari dua jalur berikut: sepanjang sambungan atau sepanjang profil tonjolan, jika tonjolan bukan bagian terpadu dari komponen bahan insulasi.

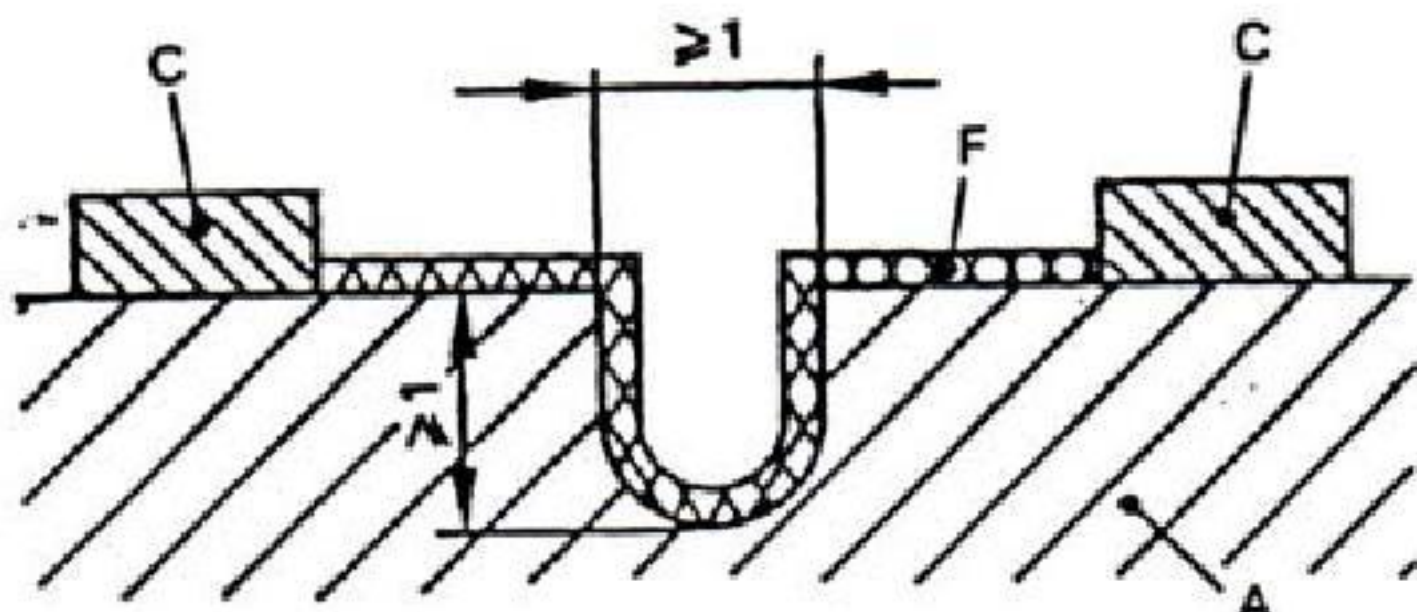
Penerapan rekomendasi tersebut di atas diilustrasikan oleh gambar berikut:

- Gambar B.1, B.2 dan B.3 menunjukkan alur dimasukkan atau dikeluarkan pada jarak rambat;
- Gambar B.4 dan B.5 menunjukkan tonjolan dimasukkan atau dikeluarkan pada jarak rambat;
- Gambar B.6 menunjukkan pertimbangan sambungan jika tonjolan terbentuk oleh penghalang insulasi yang disisipkan, sehingga profil bagian luarnya lebih panjang dari panjang sambungan;
- Gambar B.7, B.8, B.9 dan B.10 mengilustrasikan bagaimana menentukan jarak rambat untuk sarana pemagun yang terletak pada ceruk di permukaan bahan insulasi.

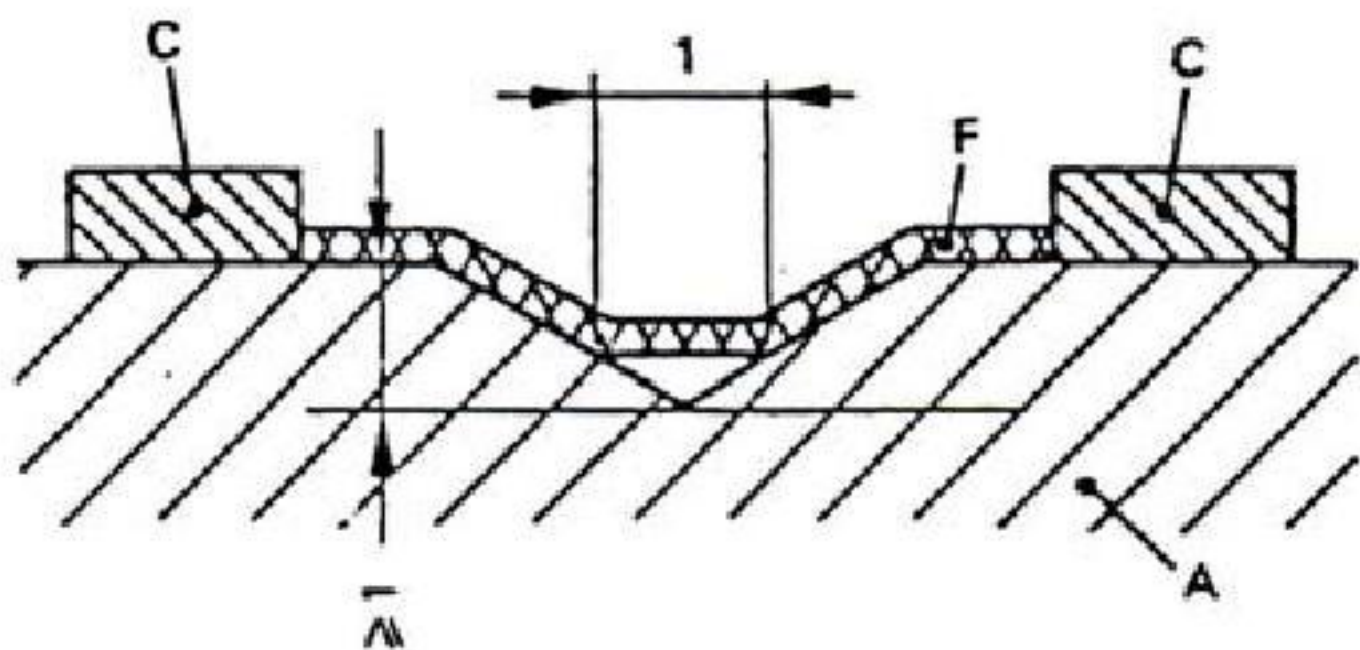




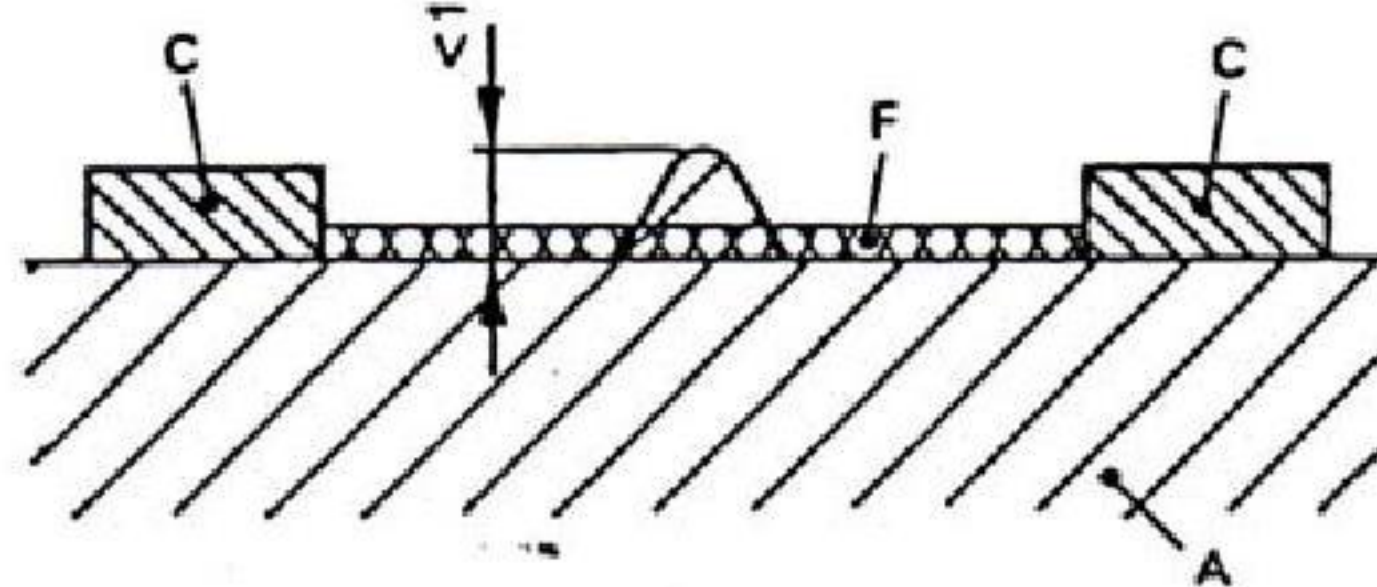
Gambar B.1



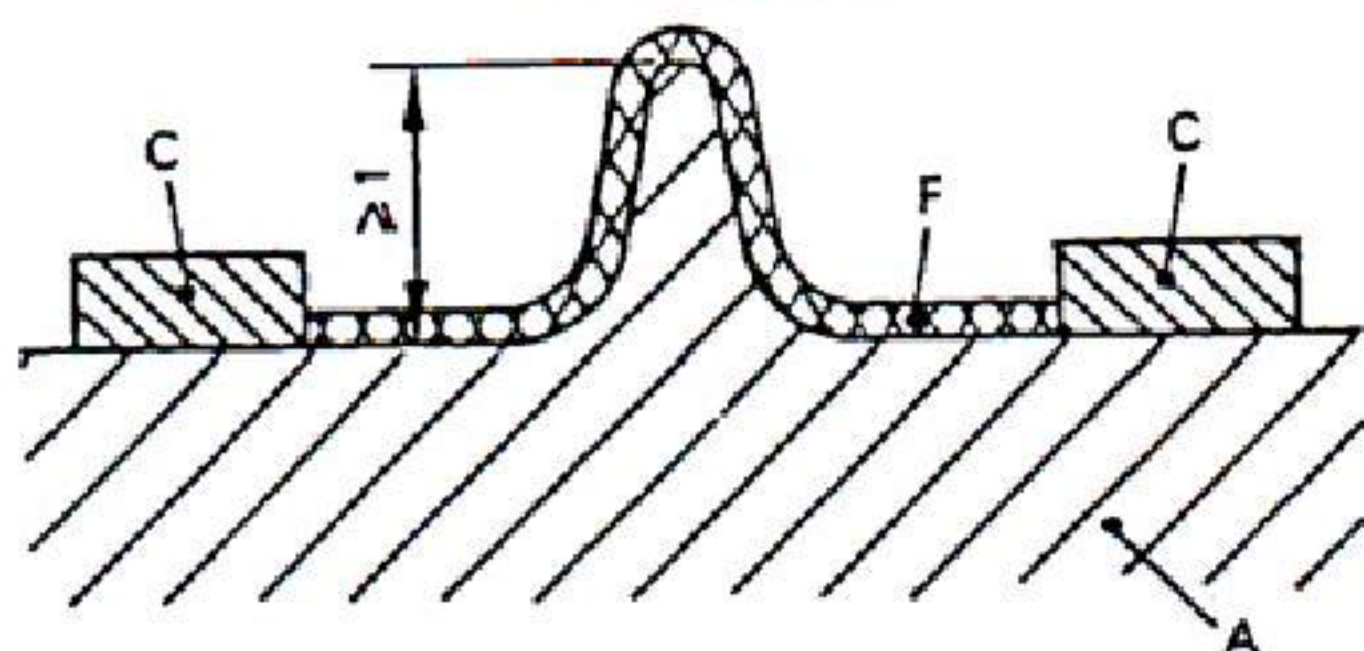
Gambar B.2



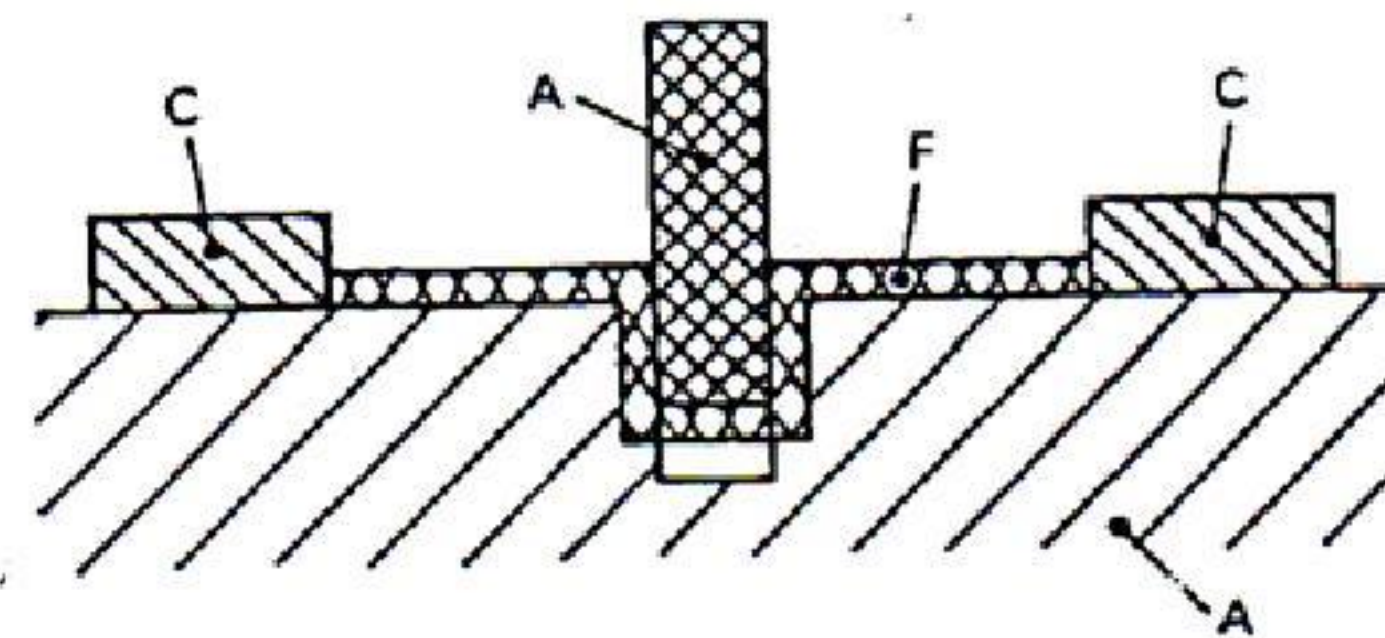
Gambar B.3



Gambar B.4

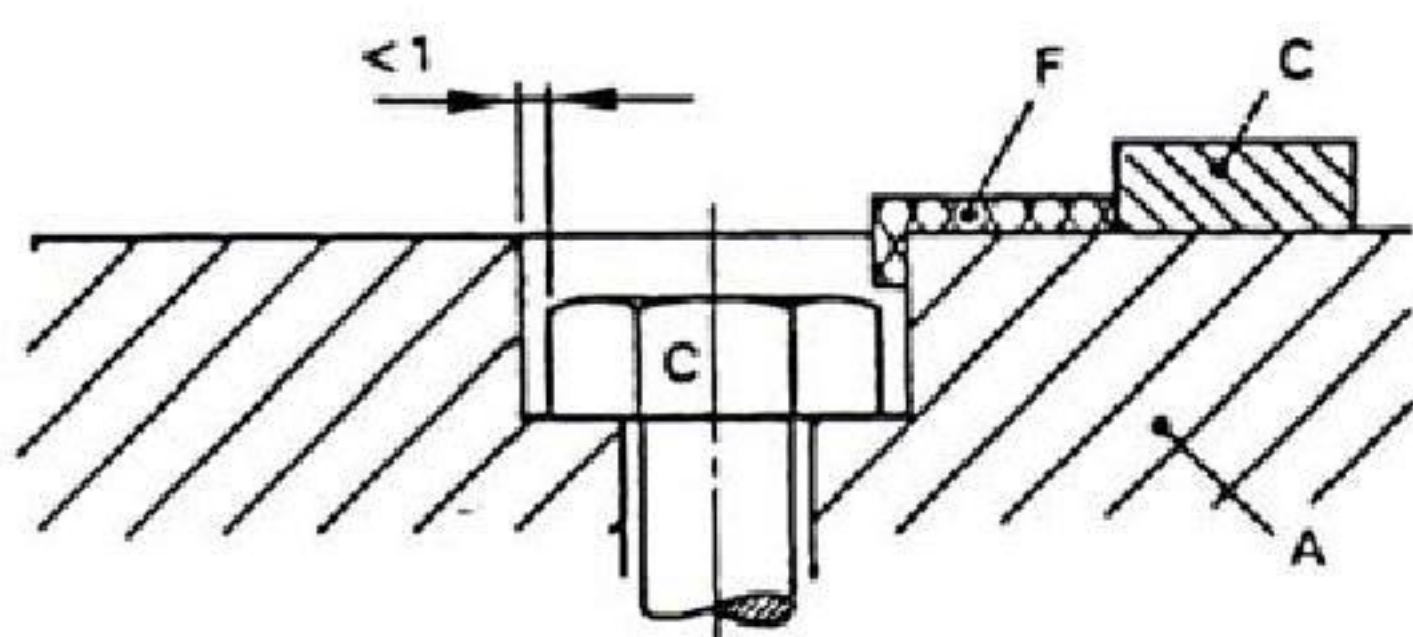


Gambar B.5

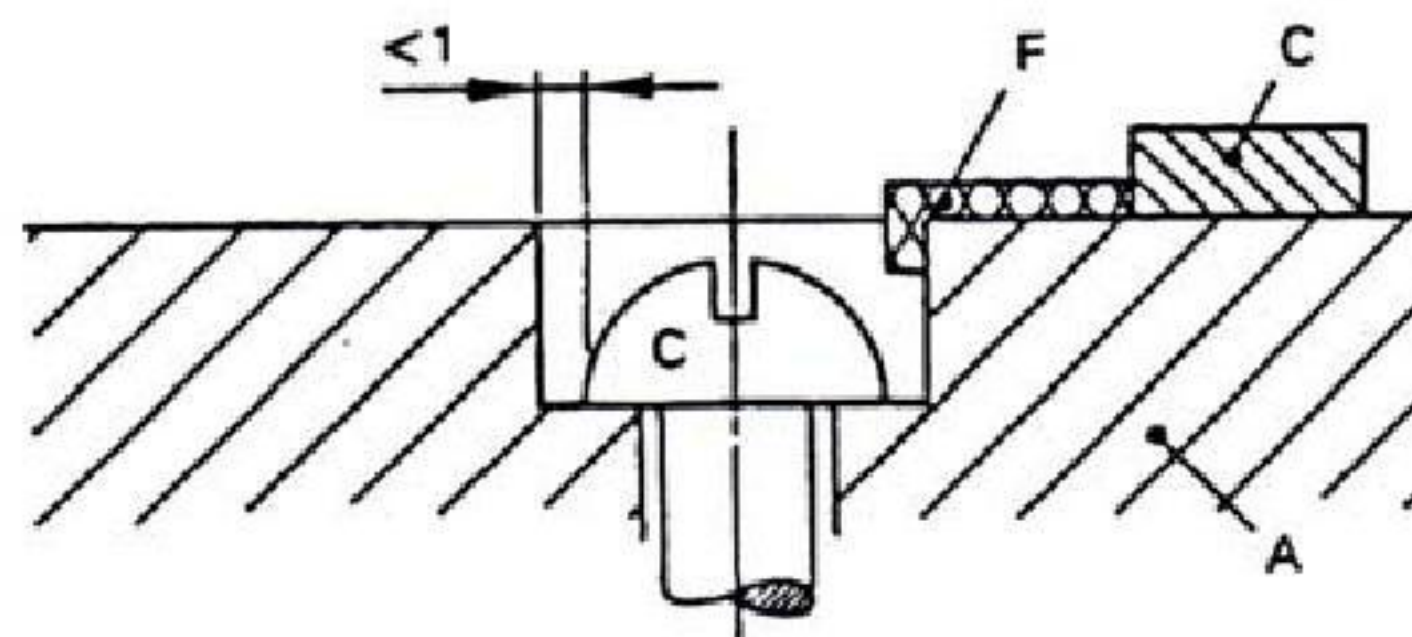


Gambar B.6

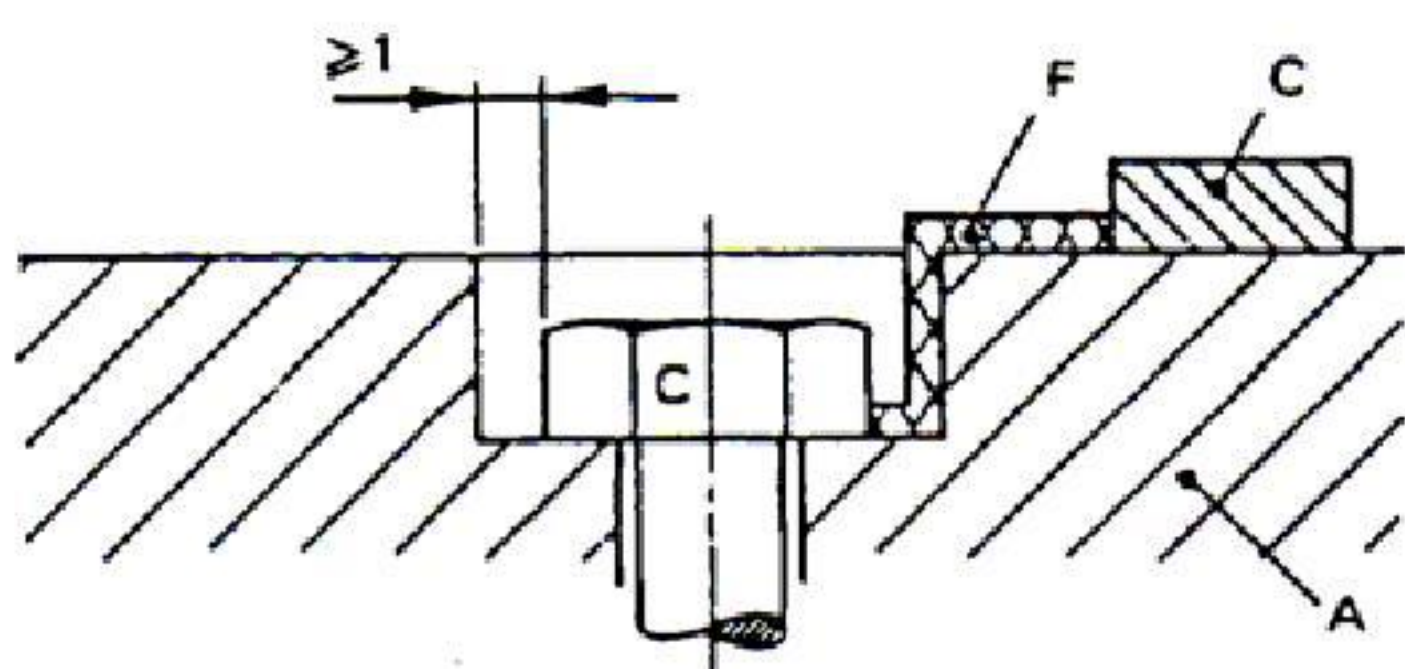




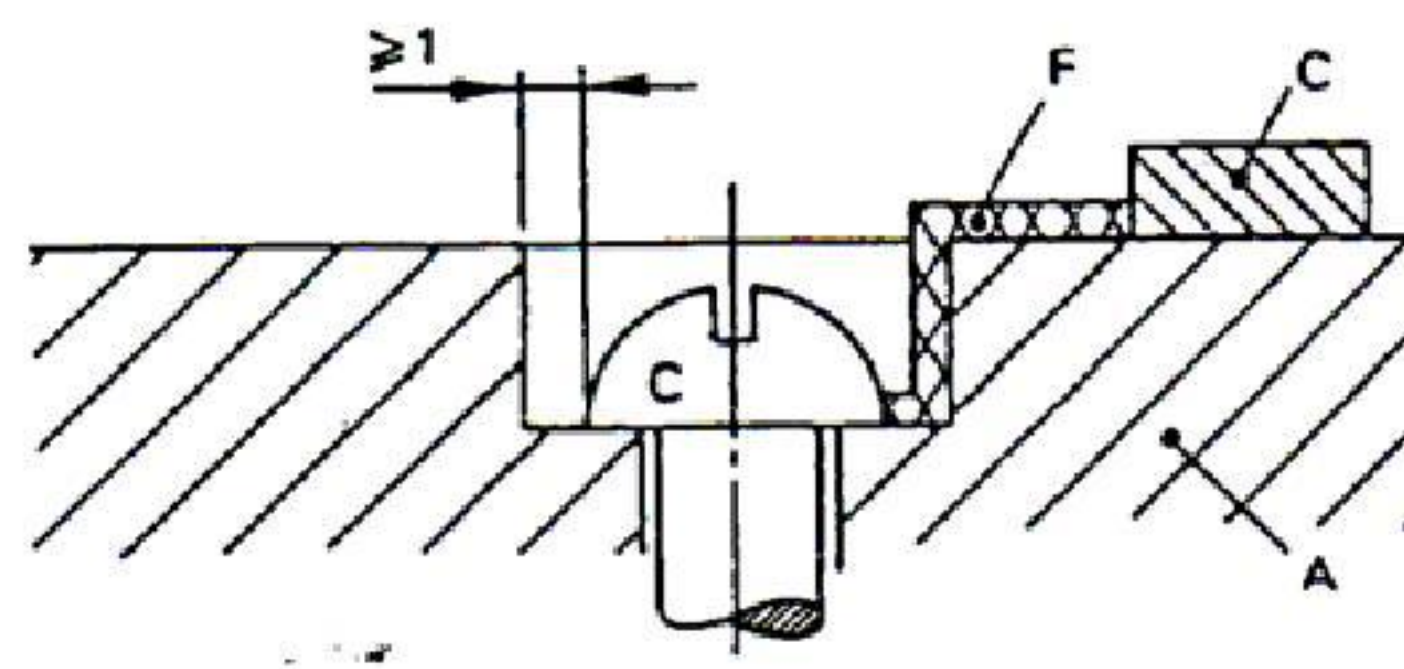
### Gambar B.7



### Gambar B.8



### Gambar B.9



### Gambar B.10

Dimensi dalam mm

- A = bahan insulasi  
C = bagian konduksi  
F = jarak rambat

**Gambar B.1 sampai dengan B.10**



## Lampiran C (normatif)

### Urutan uji dan jumlah sampel yang diserahkan untuk tujuan sertifikasi

#### C.1 Urutan uji

Pengujian dilakukan sesuai dengan Tabel C.1 dari lampiran ini, dimana pengujian pada masing-masing urutan dilakukan sesuai yang ditunjukkan.

**Tabel C.1 Urutan uji**

Urutan uji	Ayat atau Subayat	Pengujian (atau inspeksi)
A	6 8.1 8.1.1 8.1.2 8.1.3 9.3 9.4 9.5 9.6 9.14 9.15 9.17	Penandaan Rancangan mekanis Umum Mekanisme Jarak bebas dan jarak rambat Kemampuan tahan hapus penandaan Keandalan terminal, bagian hantar arus dan hubungan Keandalan terminal untuk konduktor eksternal Proteksi dari kejutan listrik Ketahanan terhadap bahang Ketahanan terhadap bahang abnormal dan api Ketahanan terhadap pengelasan
B	9.7 9.7.1 9.7.2 9.7.3 9.7.4 9.7.6 9.8 9.9 9.16	Sifat dielektrik Ketahanan terhadap kelembaban Resistansi insulasi sirkuit utama Kuat dielektrik sirkuit utama Kuat dielektrik sirkuit bantu Tegangan ketahanan impuls, jika diperlukan Kenaikan suhu Uji 28 hari Ketahanan terhadap penjaluran
C	9.10 9.11.2 9.11.1.3 9.11.1.4	Karakteristik trip Perilaku pada arus pengenalan Kondisi PMS-P setelah pengujian Verifikasi karakteristik trip setelah pengujian
D	9.10.1.2 9.11.3 9.11.1.3 9.11.1.4	Karakteristik waktu-arus Perilaku pada kapasitas sakelar pengenalan $I_{cn}$ Kondisi PMS-P setelah pengujian Verifikasi karakteristik trip setelah pengujian
E (opsional)	9.10.1.2 9.11.4 9.11.1.3 9.11.1.4	Karakteristik waktu-arus Perilaku pada kapasitas hubung pendek pengenalan $I_{cn}$ Kondisi PMS-P setelah pengujian Verifikasi karakteristik trip setelah pengujian
F	9.10.1.2 9.12.4.2	Karakteristik waktu-arus Arus hubung pendek kondisional pengenalan untuk kategori kinerja PC 1 ( $I_{nc1}$ )
G (opsional)	9.10.1.2 9.12.4.3 9.11.1.3 9.11.1.4	Karakteristik waktu-arus Arus hubung pendek kondisional pengenalan untuk kategori kinerja PC 2 ( $I_{nc2}$ ) Kondisi PMS-P setelah pengujian Verifikasi karakteristik trip setelah pengujian



## C.2 Jumlah sampel yang diserahkan untuk prosedur uji lengkap

Bila jenis tunggal PMS-P diserahkan untuk pengujian, jumlah sampel yang diserahkan untuk rangkaian uji yang berbeda harus seperti yang ditunjukkan dalam Tabel C.2, dimana kriteria kinerja minimum juga ditunjukkan.

Jika seluruh sampel diserahkan sesuai kolom 2 pada Tabel C.2 lulus uji, kesesuaian dengan standar terbukti. Jika hanya jumlah minimal yang diberikan dalam kolom 3 yang lulus uji, sampel tambahan seperti yang ditunjukkan pada kolom 4 harus diuji dan seluruh sampel harus memenuhi secara memuaskan urutan uji.

Untuk PMS-P yang mempunyai lebih dari satu arus pengenalan, dua set terpisah PMS-P yang sama harus diserahkan untuk masing-masing rangkaian uji: satu set pada arus pengenalan maksimum dan yang lain pada arus pengenalan minimum.

**Tabel C.2 Jumlah sampel untuk prosedur uji lengkap**

Urutan uji	Jumlah sample	Jumlah minimum sampel yang harus lulus uji	Jumlah sampel untuk uji ulang
A	1	1	-
B	3	2	3
C	3	2	3
D	3	2	3
E	3	2	3
F	3	2	3
G	2 x 3	2 x 2	2 x 3
<sup>a</sup> Dalam hal uji ulang, seluruh hasil uji harus dapat diterima.			

## C.3 Jumlah sampel yang diserahkan untuk prosedur uji yang disederhanakan dalam hal penyerahan secara serentak dari seri PMS-P dengan rancangan dasar yang sama

**C.3.1** Bila seri PMS-P dengan rancangan dasar yang sama diserahkan untuk pengujian, jumlah sampel yang diuji dapat dikurangi sesuai tabel C.3 lampiran ini. PMS-P dianggap mempunyai rancangan dasar yang sama, bila:

- semua bagian sama, kecuali bagian yang harus berbeda karena peringkat arus yang berbeda. Untuk banyak rancangan, bagian yang berbeda tersebut misalnya:
  - dwilogam, kumparan dan hubungan antar bagian tersebut;
- hanya bentuk rumah yang berbeda;
- PMS-P multikutub baik yang tersusun dari PMS-P kutub tunggal maupun disusun dari komponen yang sama seperti PMS-P kutub tunggal, yang mempunyai dimensi total yang sama per kutub;
- pengabaian bagian misalnya milik sirkit bantu atau sirkit kendali secara nyata tidak mempengaruhi kinerja;



e) hanya terminasi yang berbeda. Jika PMS-P yang cocok dapat dikenai uji kenaikan suhu (lihat 9.8).

**Tabel C.3 Pengurangan sampel pada prosedur uji yang disederhanakan**

Urutan pengujian	Jumlah sampel sebagai fungsi jumlah kutub <sup>a</sup>			
	1 kutub <sup>b</sup>	2 kutub <sup>c</sup>	3 kutub	4 kutub <sup>d</sup>
A <sup>h</sup>	1 peringkat maks. 1 peringkat min.	1 peringkat maks.	1 peringkat maks.	1 peringkat maks.
B	3 peringkat maks.	3 peringkat maks. <sup>e</sup>	3 peringkat maks. <sup>f</sup>	3 peringkat maks.
C	3 peringkat maks.	3 peringkat maks. <sup>e</sup>	3 peringkat maks. <sup>f</sup>	3 peringkat maks.
D	3 peringkat maks.	3 peringkat maks.	3 peringkat maks.	3 peringkat maks.
E <sup>g</sup>	3 peringkat maks. 3 peringkat min.	3 peringkat maks. 3 peringkat min.	3 peringkat maks. 3 peringkat min.	3 peringkat maks. 3 peringkat min.
F <sup>g</sup>	3 peringkat maks. 3 peringkat min.	3 peringkat maks. 3 peringkat min.	3 peringkat maks. 3 peringkat min.	3 peringkat maks. 3 peringkat min.
G <sup>g</sup>	2x3 peringkat maks. 2x3 peringkat min.	2x3 peringkat maks. 2x3 peringkat min.	2x3 peringkat maks. 2x3 peringkat min.	2x3 peringkat maks. 2x3 peringkat min.

<sup>a</sup> Jika pengujian diulang sesuai dengan kriteria kinerja minimum C., satu set yang baru dari sampel digunakan untuk urutan uji yang relevan. Hasil uji ulang harus dapat diterima.

<sup>b</sup> Jika hanya PMS-P multikutub yang diserahkan, kolom ini juga berlaku untuk set sampel dengan jumlah kutub terkecil.

<sup>c</sup> Juga dapat diterapkan untuk PMS-P dengan 1 kutub terproteksi dan satu kutub netral.

<sup>d</sup> Juga dapat diterapkan untuk PMS-P dengan 3 kutub terproteksi dan satu kutub netral.

<sup>e</sup> Pengujian ini harus ditiadakan bila PMS-P kutub 3 atau kutub 4 yang diuji.

<sup>f</sup> Pengujian ini harus ditiadakan bila PMS-P kutub 4 yang diuji.

<sup>g</sup> Jika dianggap cocok, dengan memperhitungkan pembatasan arus hubung pendek karena impedans PMS-P internal, peringkat antara dapat diuji selain peringkat minimum.

<sup>h</sup> Jika PMS-P multikutub yang diserahkan, maksimum empat terminal jenis sekrup untuk konduktor eksternal dikenai pengujian 9.5



**Lampiran D**  
(normatif)

**Hubungan antara konduktor tembaga ISO dan AWG**

**Tabel D.1 Hubungan antara konduktor tembaga ISO dan AWG**

Ukuran ISO (mm <sup>2</sup> )	AWG	
	Ukuran	Penampang (mm <sup>2</sup> )
1	18	0,82
1,5	16	1,3
2,5	14	2,1
4	12	3,3
6	10	5,3
10	8	8,4
16	6	13,3
25	3	26,7
35	2	33,6
50	0	53,5
CATATAN 1 Secara umum, berlaku ukuran ISO. CATATAN 2 Atas permintaan pabrikan, ukuran AWG dapat digunakan.		

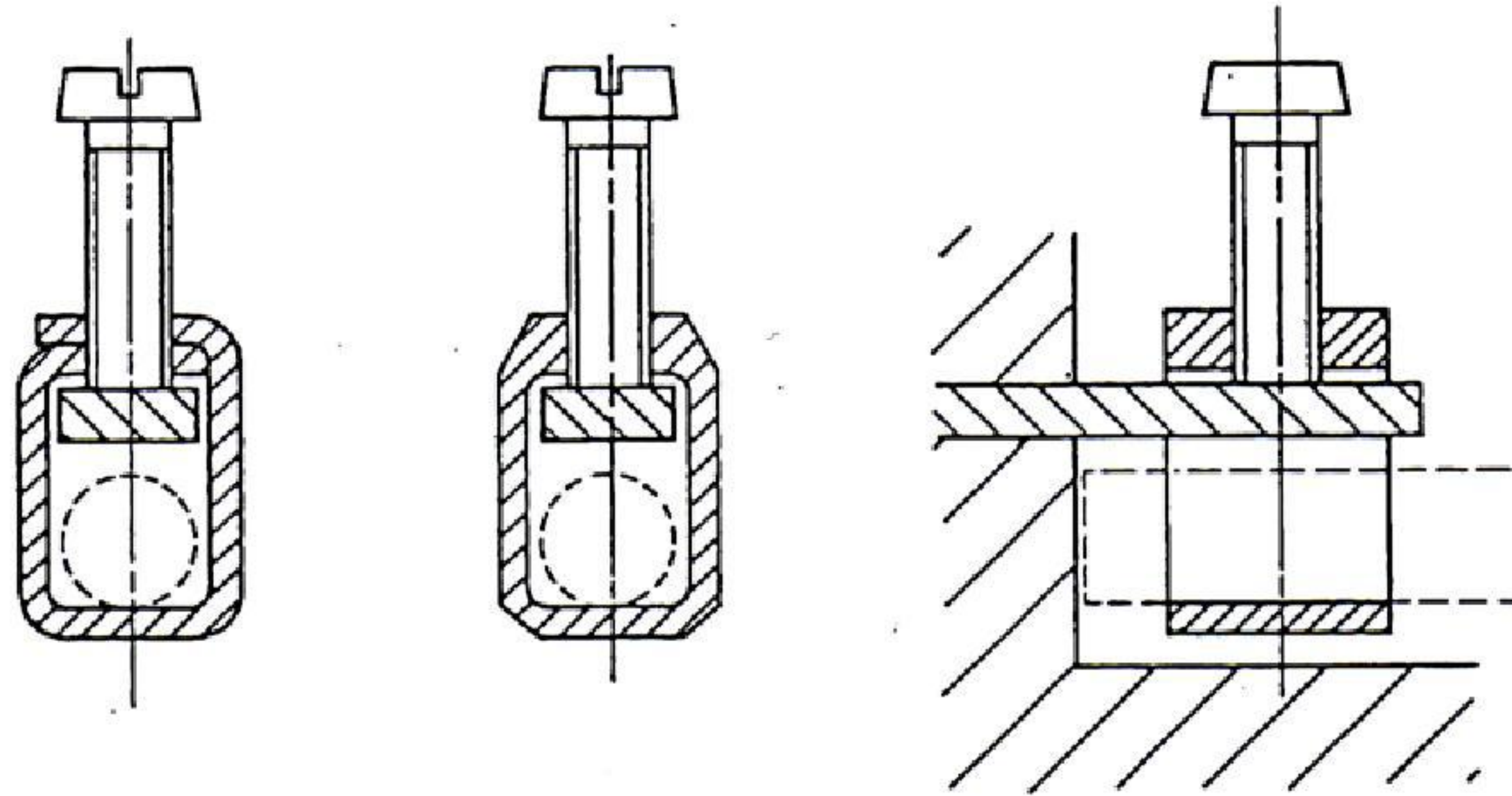


## Lampiran E

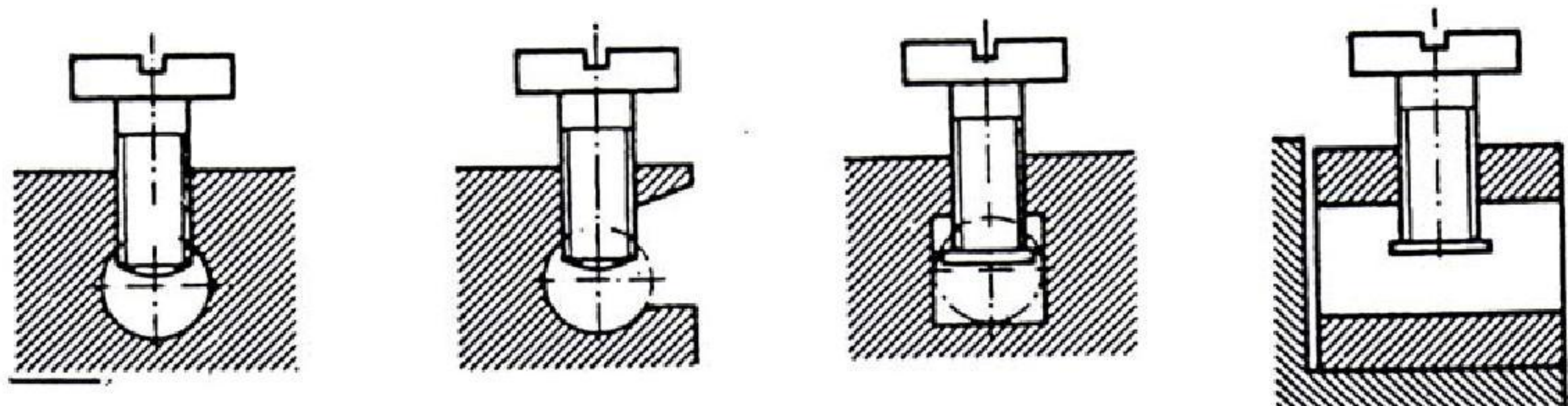
(normatif)

### Contoh terminal

Dalam lampiran ini diberikan beberapa contoh rancangan terminal. Lokasi konduktor harus mempunyai diameter yang sesuai untuk menerima konduktor kaku pejal dan luas penampang yang sesuai untuk menerima konduktor pilin kaku (lihat 8.1.5).



Terminal dengan sanggurdi



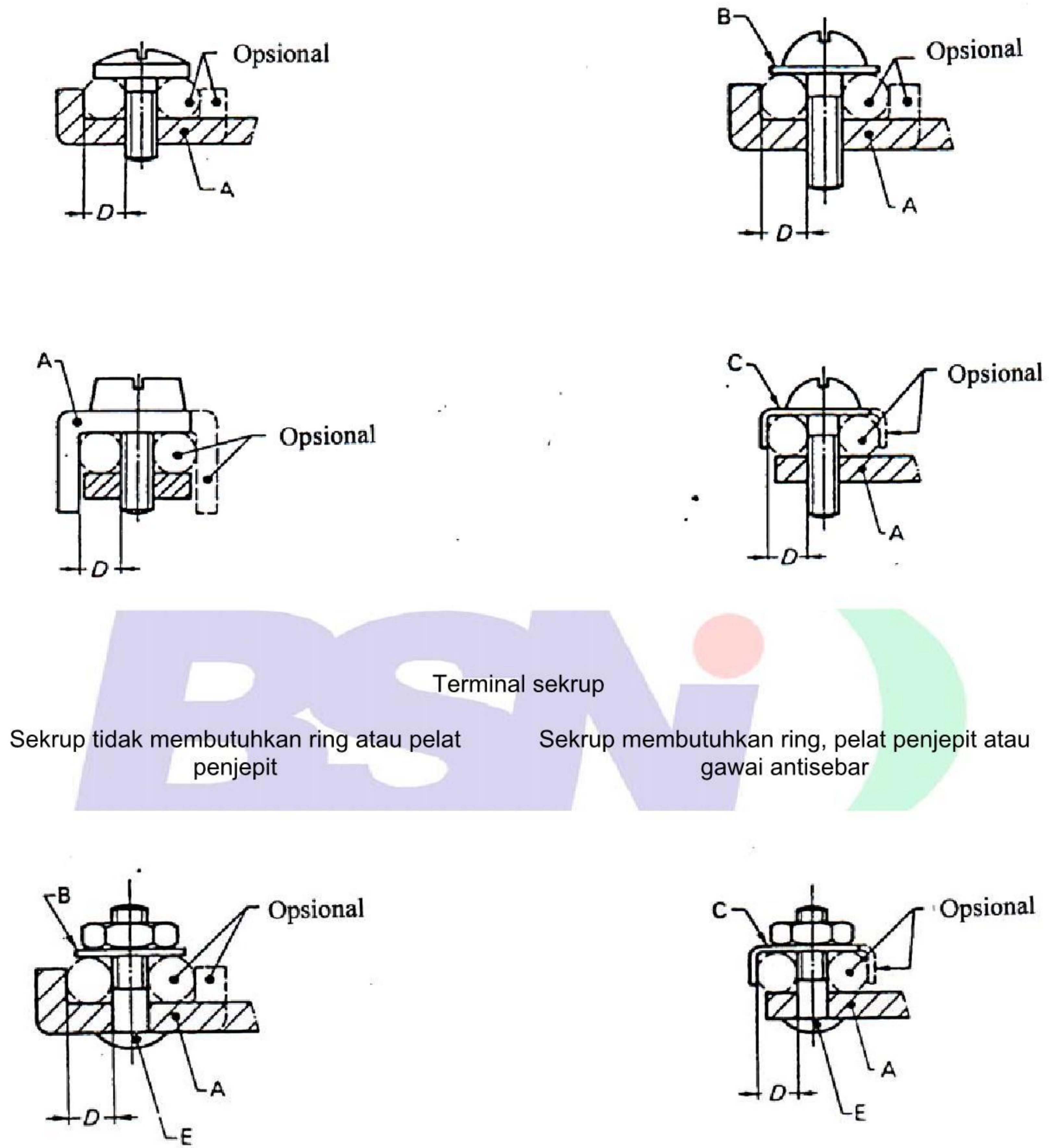
Terminal tanpa pelat tekan

Terminal dengan pelat tekan

Bagian terminal yang terdiri dari lubang berulir dan bagian terminal dimana konduktor dijepit dengan sekrup, dapat merupakan dua bagian terpisah, seperti dalam hal terminal yang dilengkapi dengan sanggurdi.

**Gambar E.1 Contoh terminal pilar**

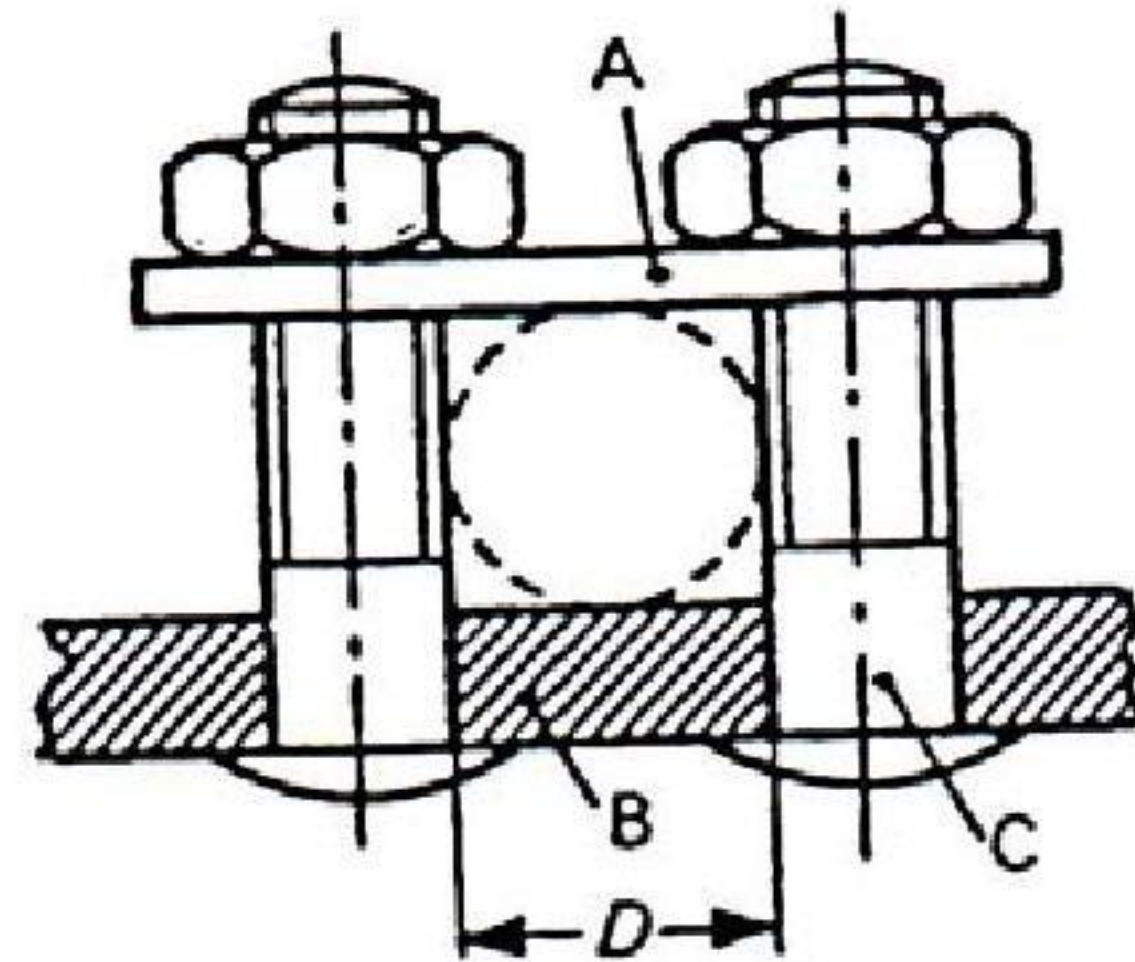
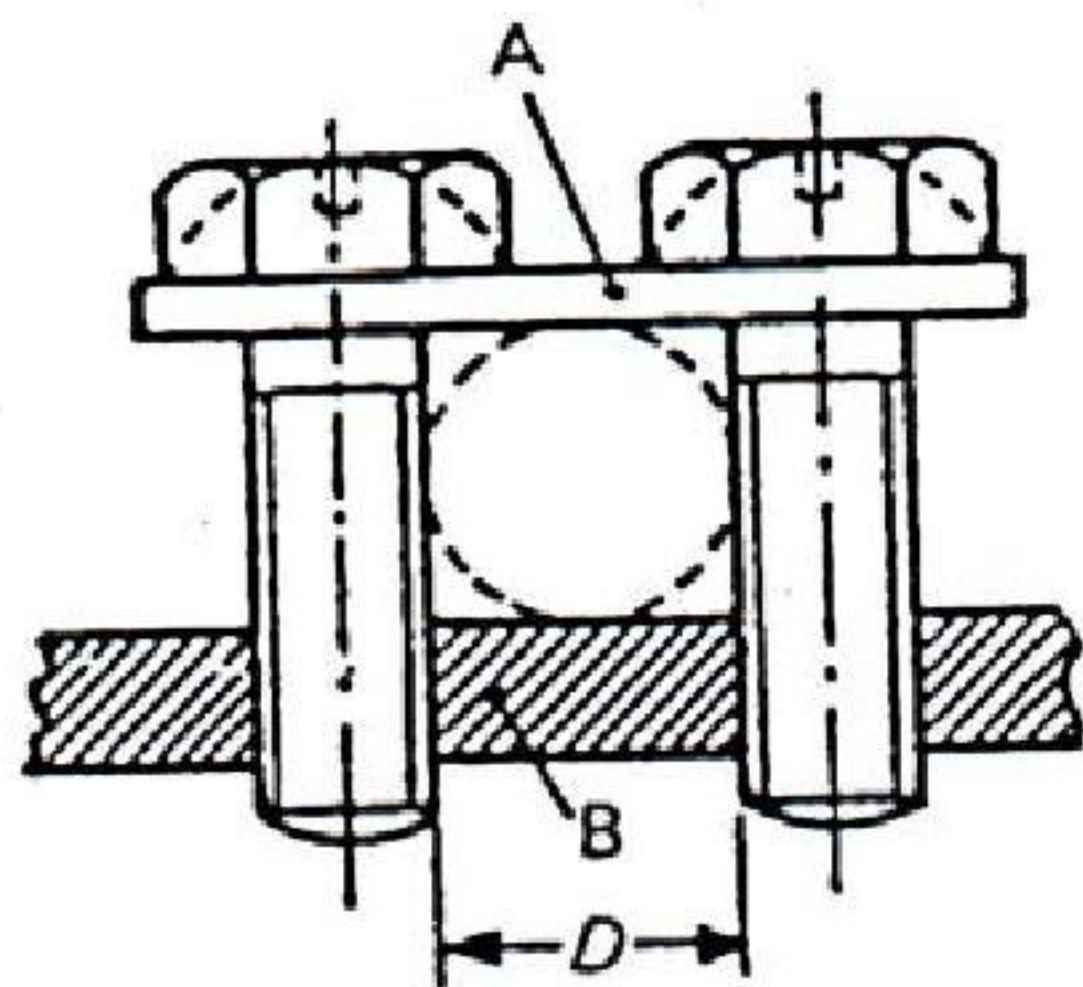




Bagian yang menahan konduktor pada poisisinya dapat dari bahan insulasi, asalkan tekanan yang diperlukan untuk menjepit konduktor tidak ditransmisikan melalui bahan insulasi.

**Gambar E.2 Contoh terminal sekrup dan paku**



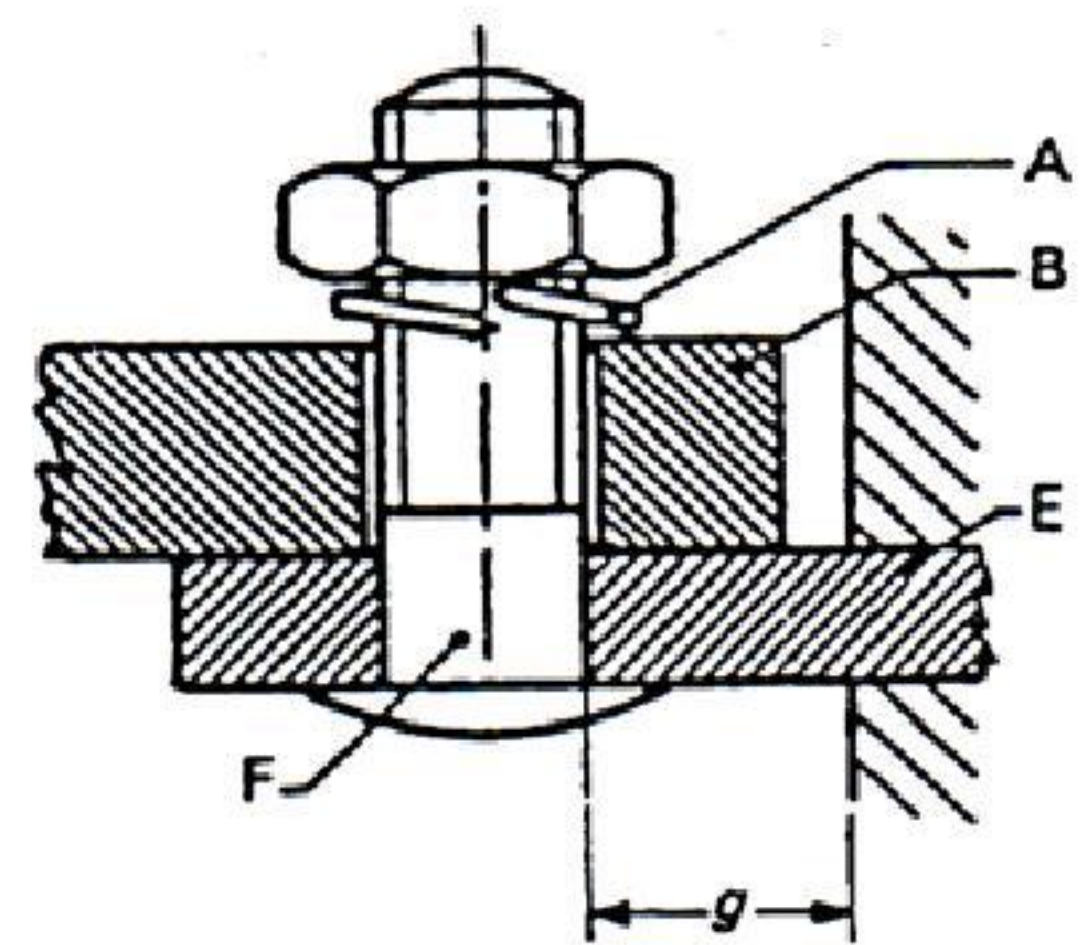
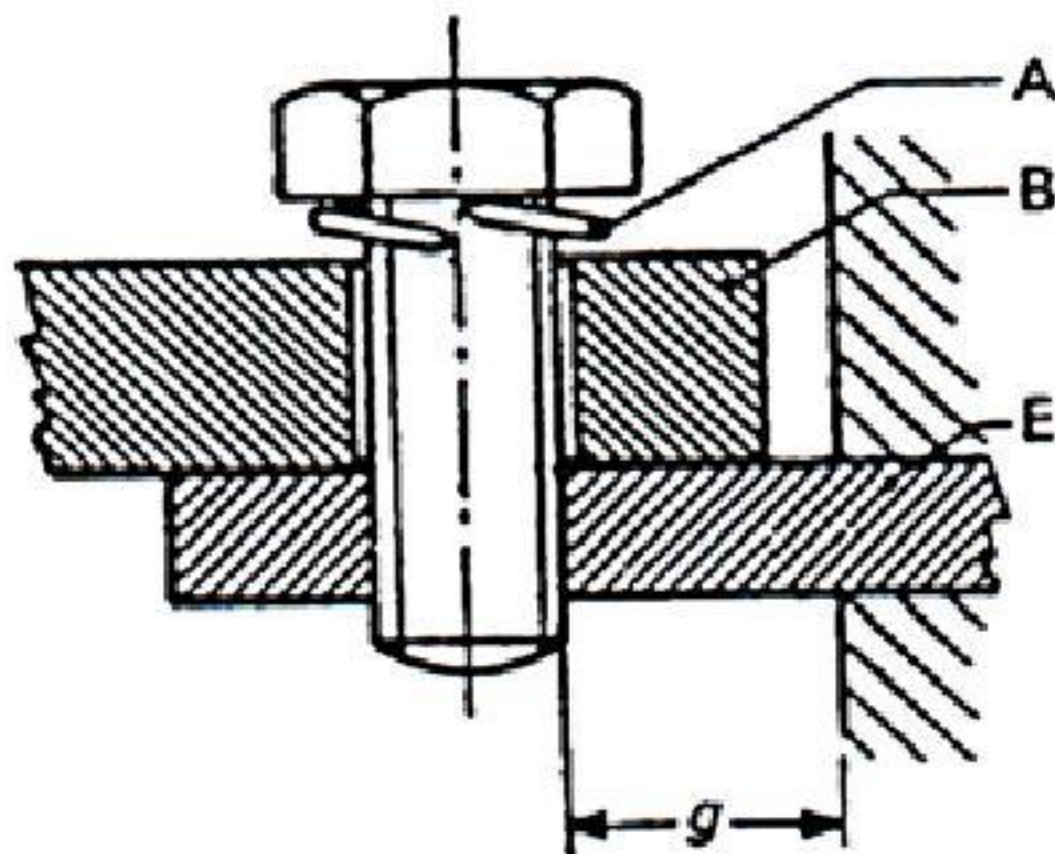


- A = sadel  
B = bagian magun  
C = paku  
D = ruang konduktor

Kedua muka sadel dapat berbeda bentuk untuk menyesuaikan konduktor baik berpenampang kecil atau besar dengan membalik sadel.

Terminal dapat mempunyai lebih dari dua sekrup penjepit atau paku

**Gambar E.3 Contoh terminal sadel**



- A = sarana pengunci  
B = sepatu kabel atau batang  
E = bagian magun  
F = paku  
g = jarak

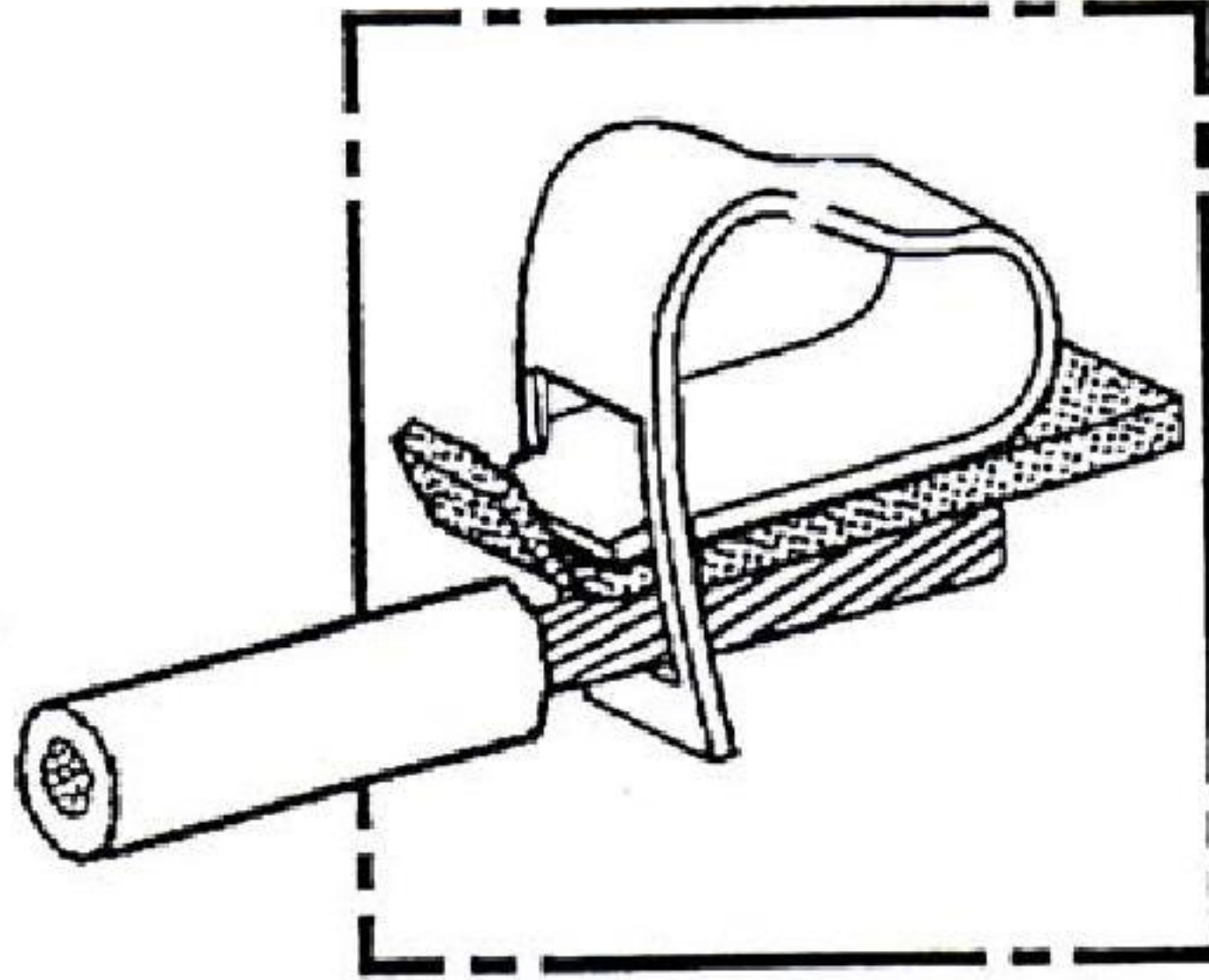
Untuk jenis terminal ini, harus dilengkapi ring pegas atau sarana pengunci yang sama efektifnya dan permukaan di dalam daerah penjepitan harus halus.

Untuk jenis tertentu perlengkapan, diizinkan menggunakan terminal sepatu dengan ukuran yang lebih kecil dari yang disyaratkan.

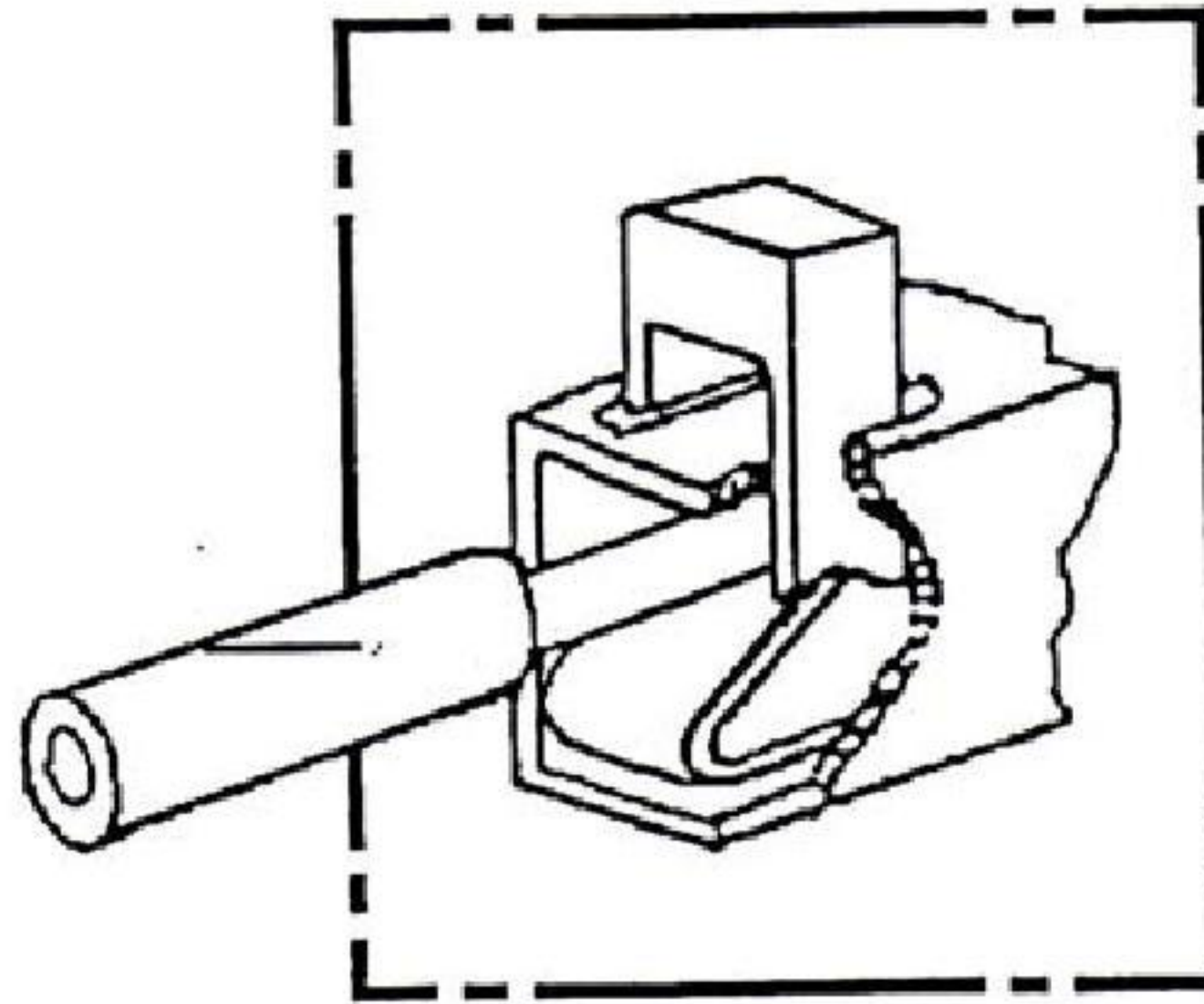
**Gambar E.4 Contoh terminal sepatu**



Terminal jenis nirsekrup dengan tekanan tidak langsung

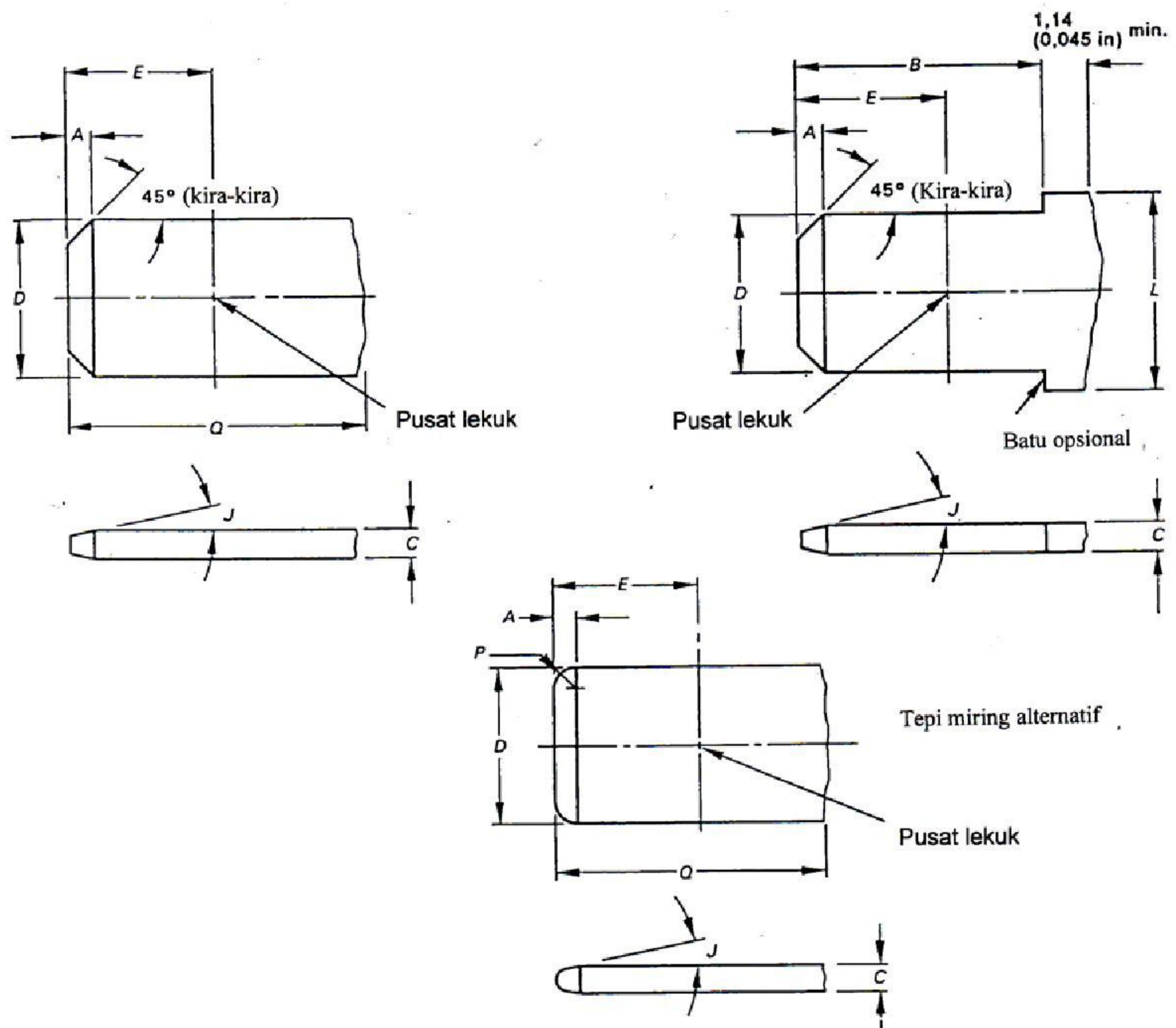


Terminal jenis nirsekrup dengan tekanan langsung  
Terminal jenis nirsekrup dengan elemen penggerak



Gambar E.5 Contoh terminal nirsekrup





Dimensi dalam millimeter

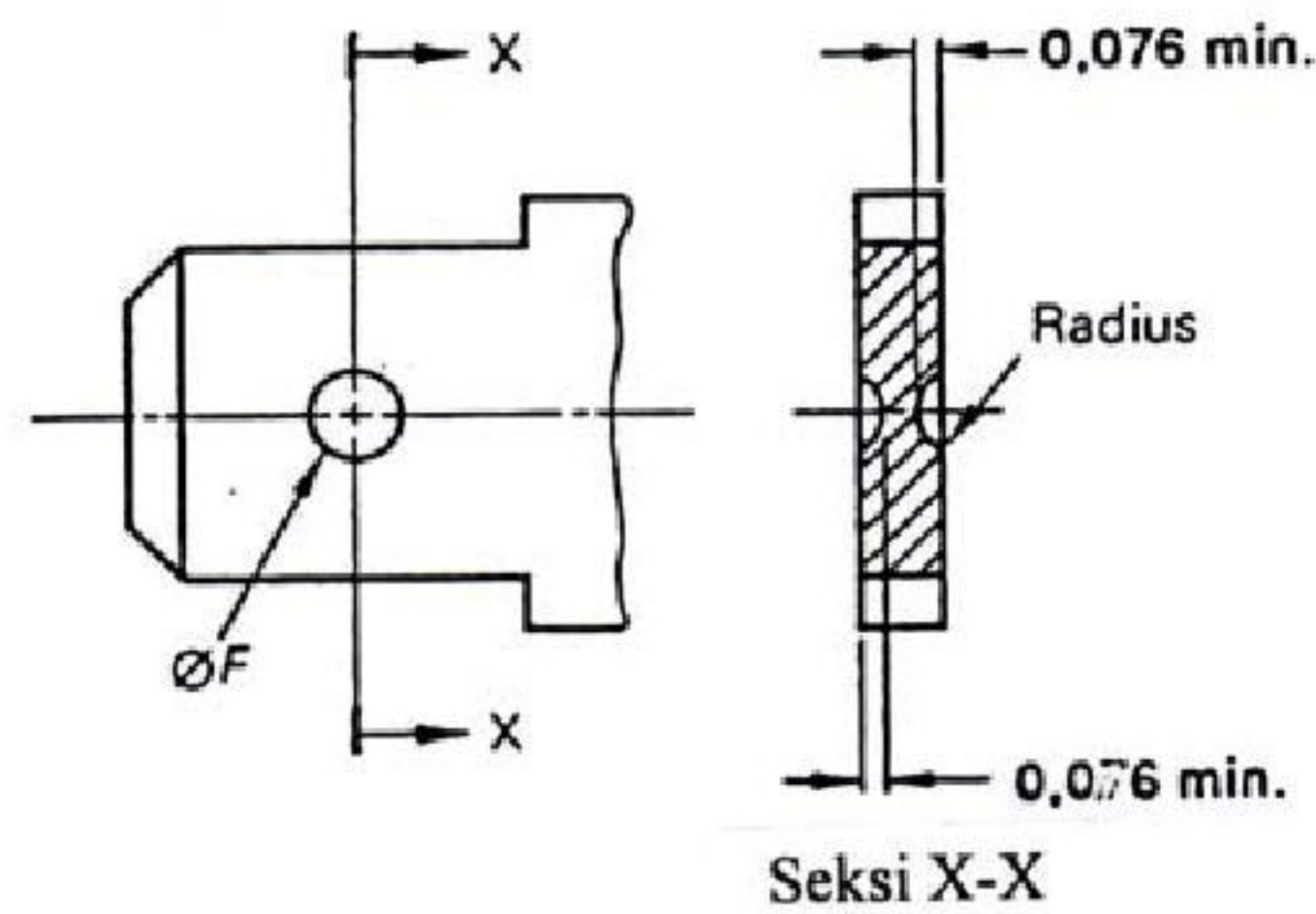
- CATATAN 1 Tepi miring A sebesar  $45^\circ$  tidak perlu sebagai garis lurus jika di dalam batas yang diperlihatkan.  
 CATATAN 2 Dimensi  $L$  tidak ditentukan dan dapat bervariasi sesuai penerapan (misalnya pemagun)  
 CATATAN 3 Dimensi  $C$  bilah mungkin dihasilkan dari lebih dari satu lapis bahan asalkan bahwa bilah yang dihasilkan memenuhi seluruh persyaratan standar ini.

Radius pada tepi longitudinal bilah diperbolehkan.

- CATATAN 4 Sketsa tidak dimaksudkan untuk mengatur rancangan, kecuali berkaitan dengan dimensi yang diperlihatkan.  
 CATATAN 5 Tebal  $C$  dari bilah jantan dapat bervariasi diluar  $Q$  atau  $B + 1,14$  mm.  
 CATATAN 6 Semua bagian bilah harus rata dan bebas dari *burr* atau tonjolan naik (*raised plateaux*), kecuali bahwa disana terdapat tonjolan naik melebihi tebal 0,025 mm per sisi, pada daerah yang dibatasi garis di sekeliling lekuk dengan jarak 1,3 mm

**Gambar E.6 Dimensi bilah jantan**

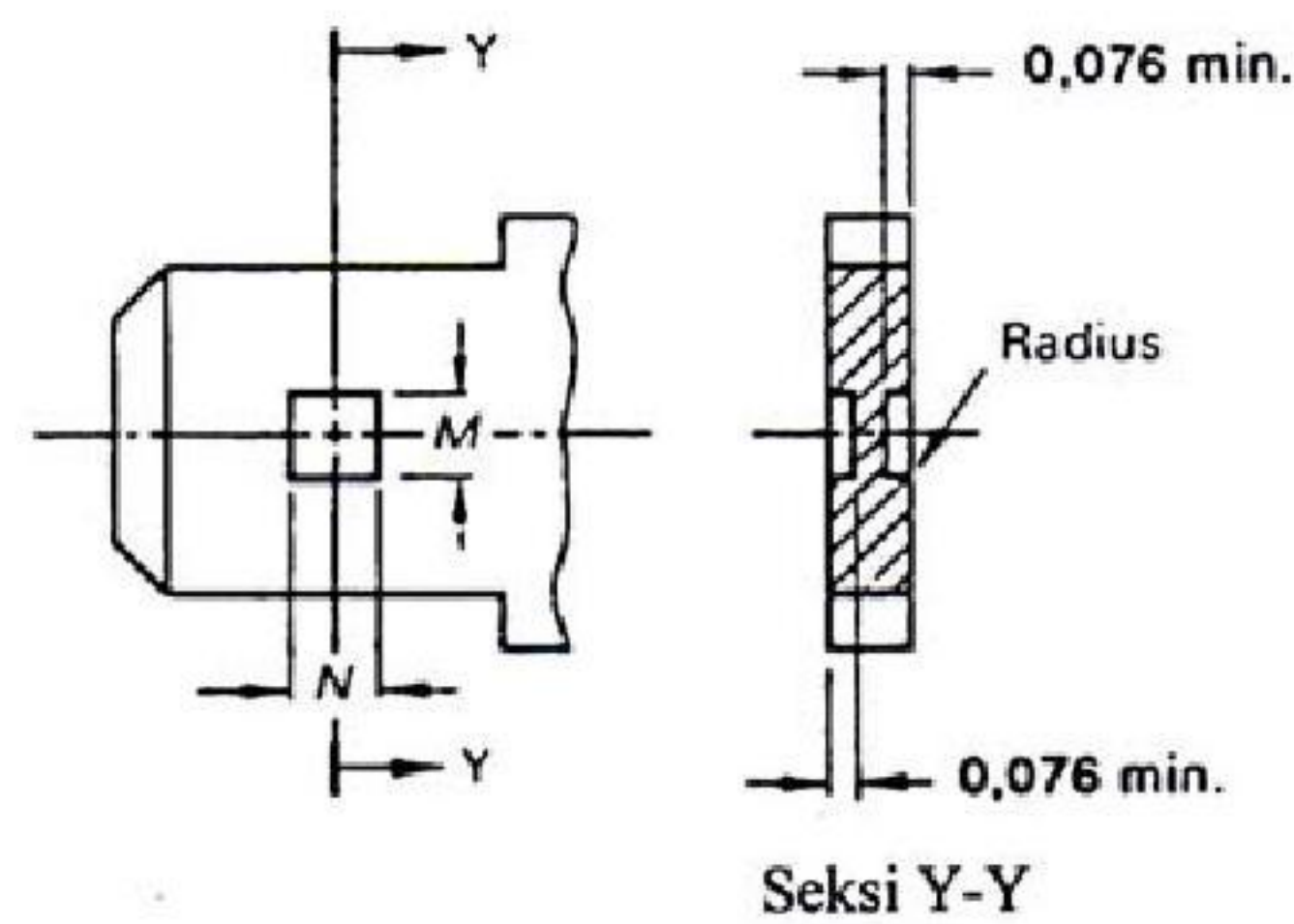




Dimensi dalam milimeter

Lekuk harus ditempatkan pada 0,076 mm dari garis pusat bilah

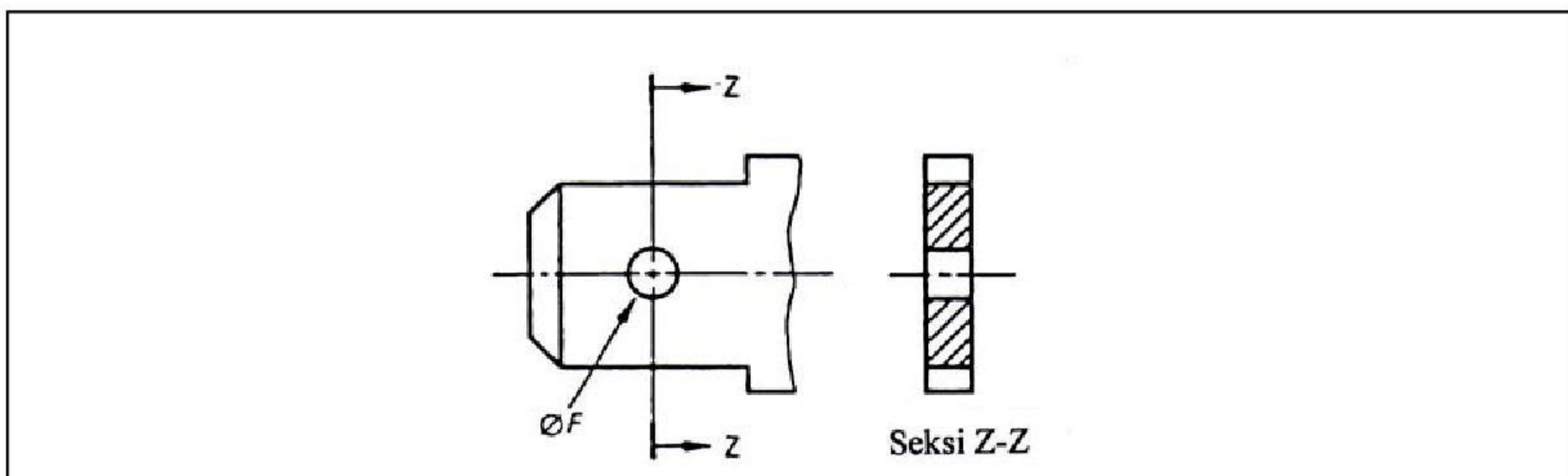
**Gambar E.7** Dimensi lekuk lesung bundar dari bilah jantan (lihat Gambar E.6)



Dimensi dalam milimeter

Lekuk harus ditempatkan pada 0,13 mm dari garis pusat bilah

**Gambar E.8** Dimensi lekuk lesung segiempat dari bilah jantan (lihat Gambar E.6)

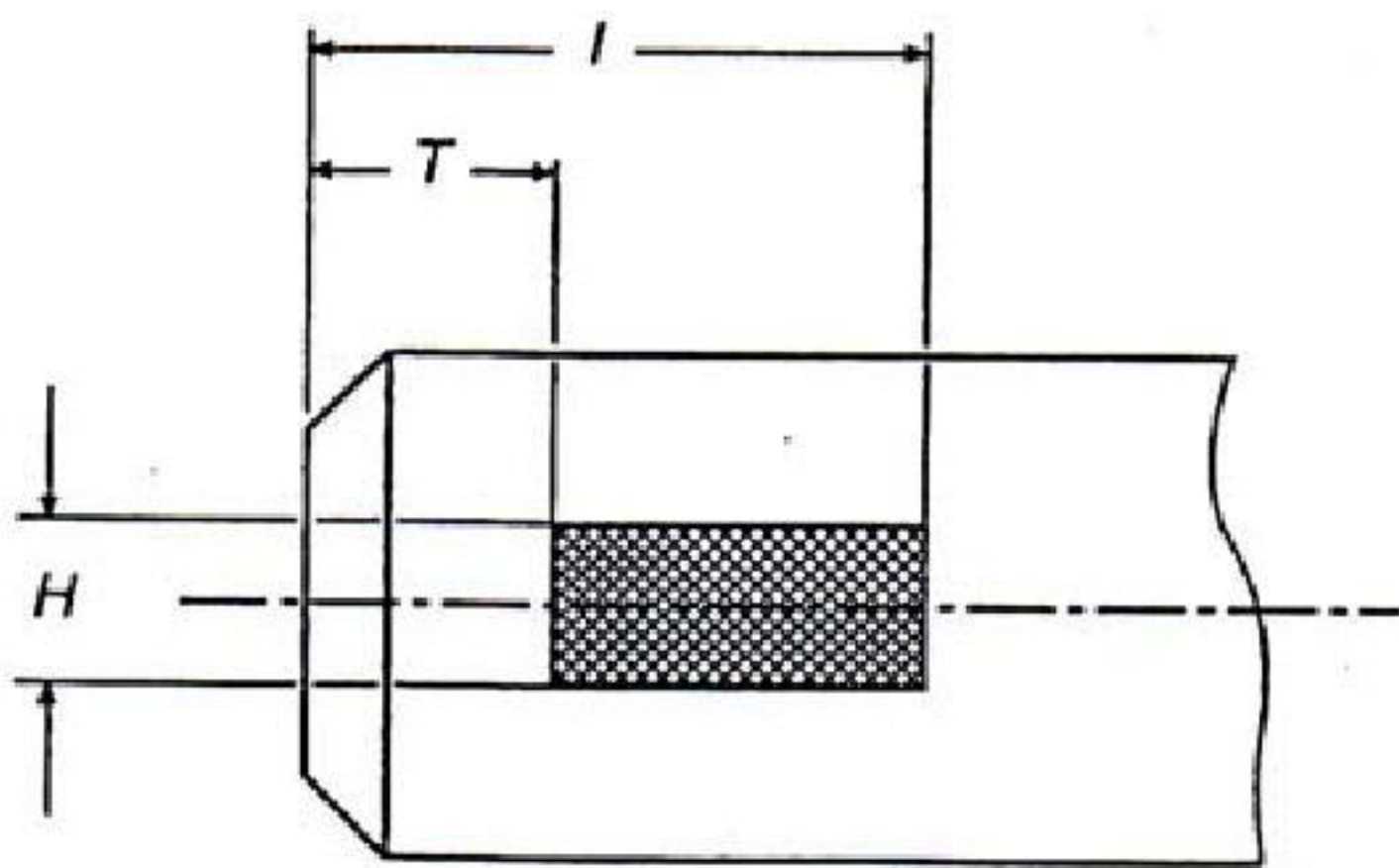


Dimensi dalam milimeter

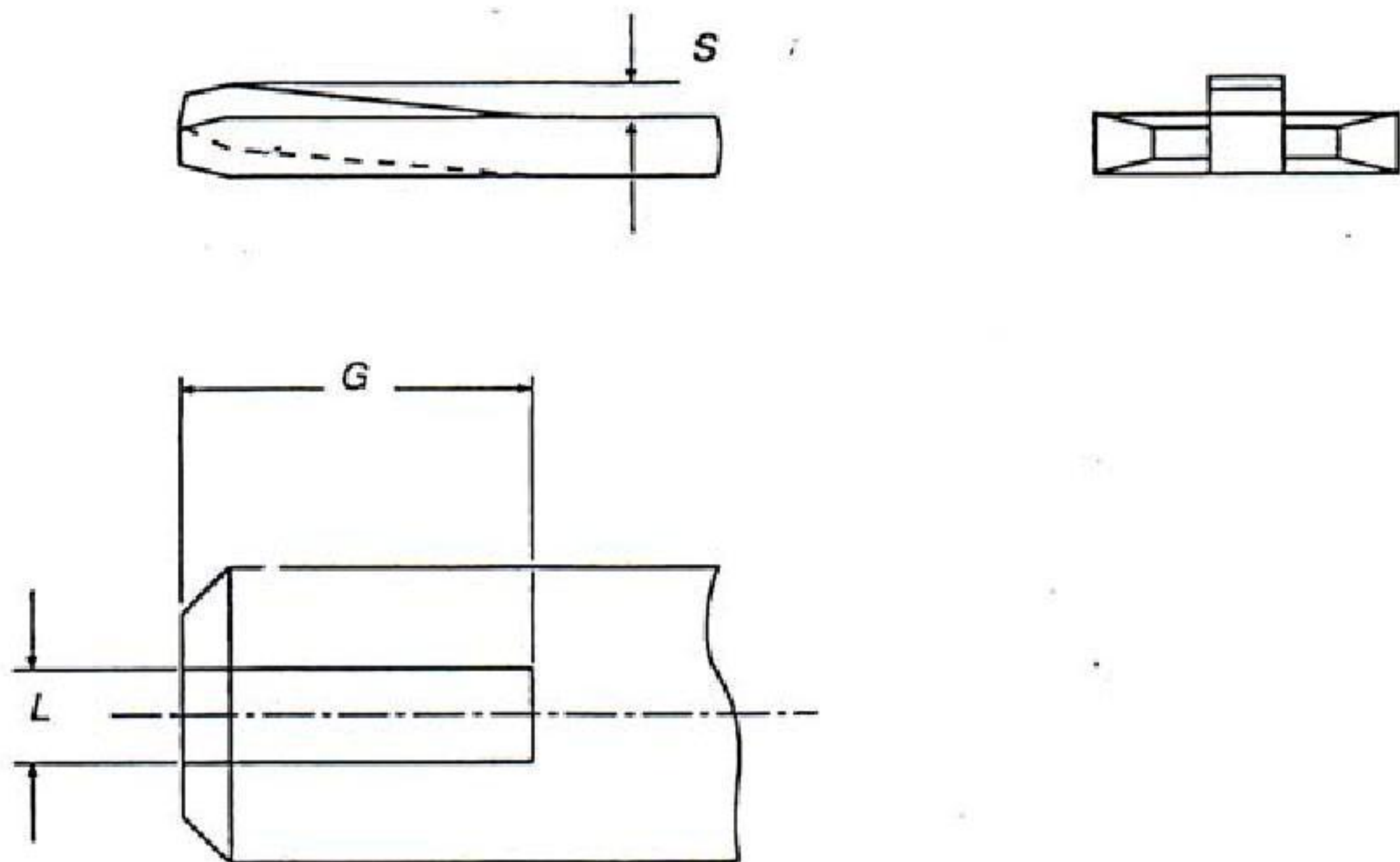
Lekuk harus ditempatkan pada 0,076 mm dari garis pusat bilah

**Gambar E.9** Dimensi lekuk lubang dari bilah jantan (lihat Gambar E.6)

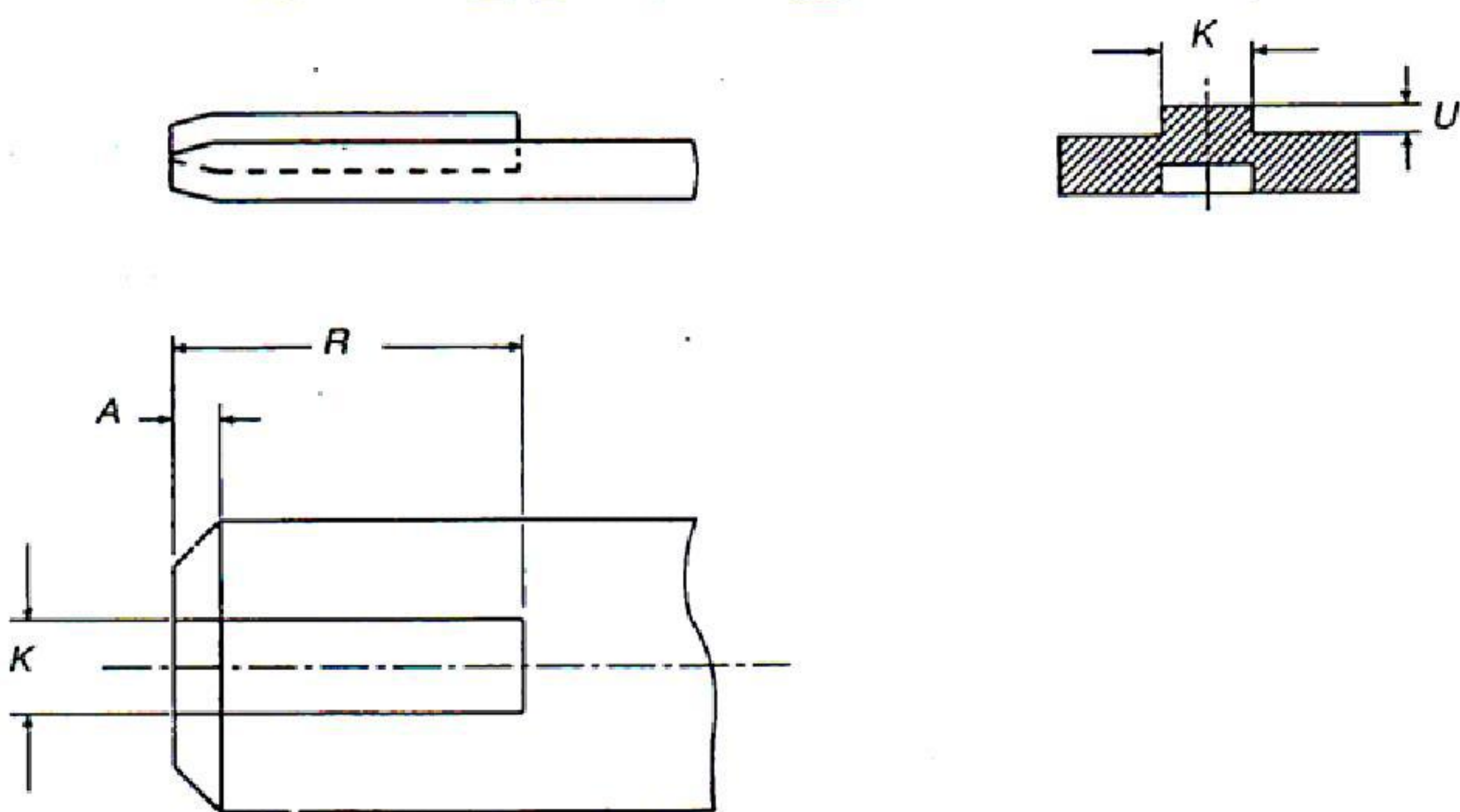




Gambar E.10 Dimensi bilah jantan

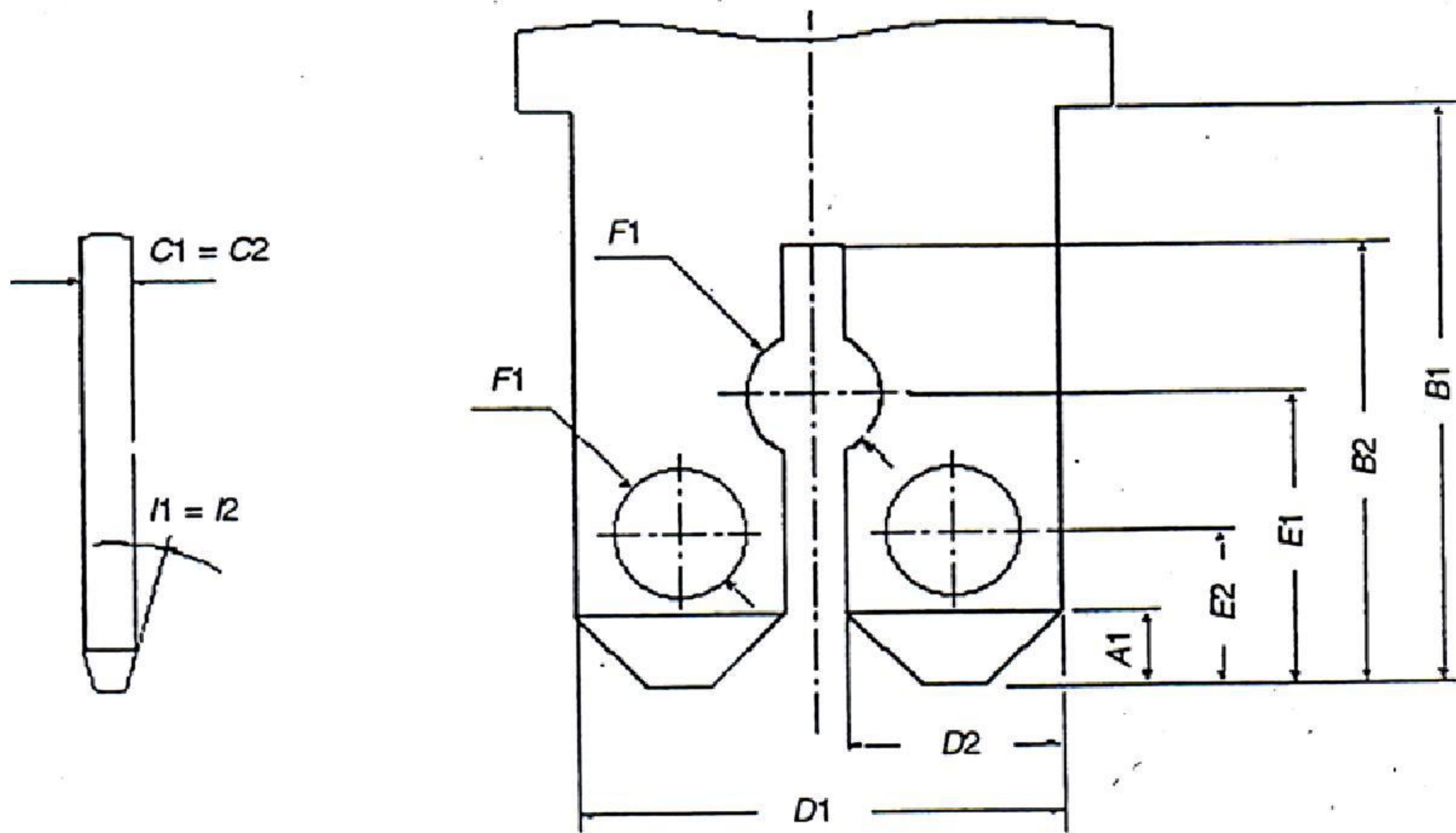


Gambar E.11 Dimensi bilah jantan

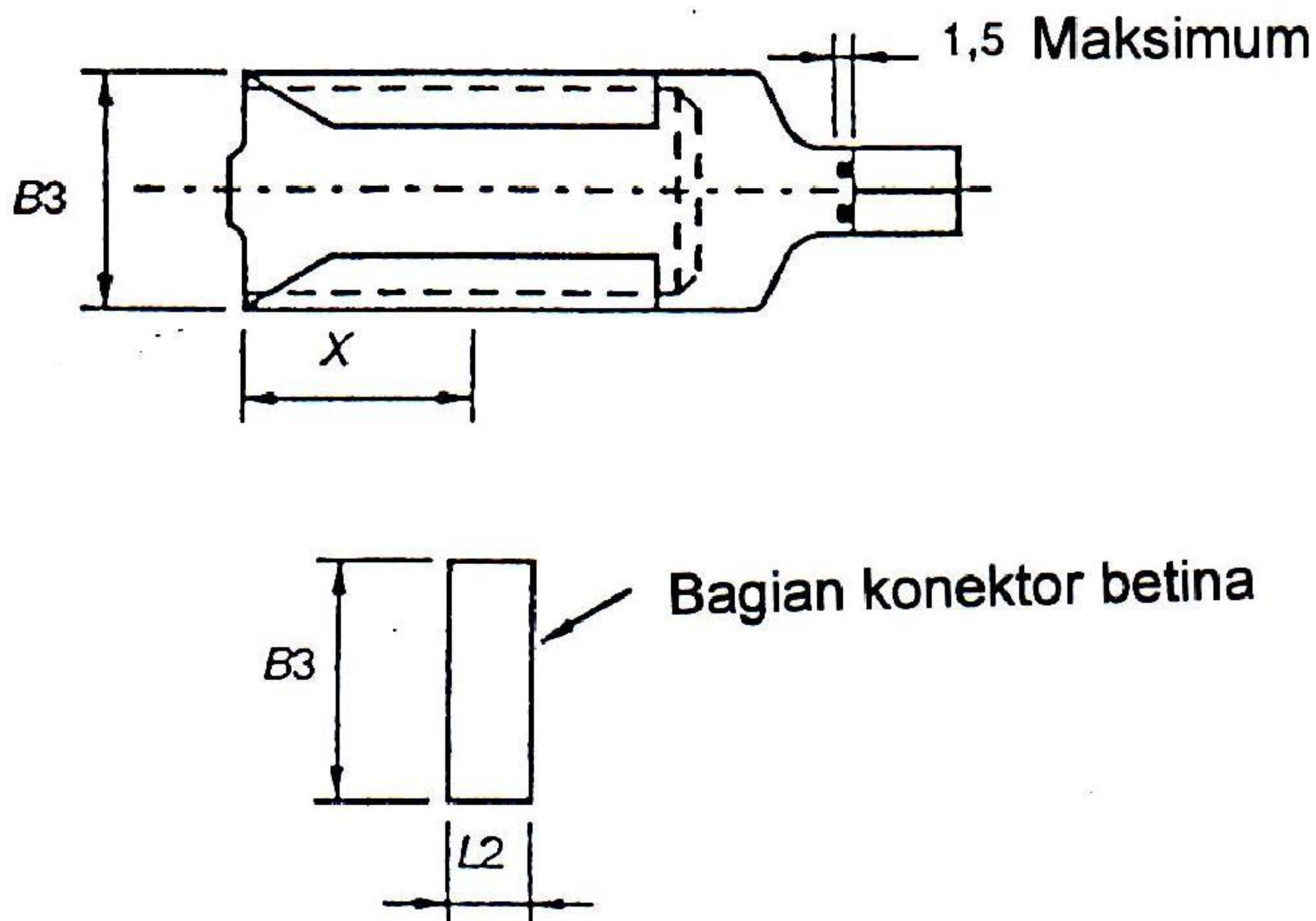


Gambar E.12 Dimensi bilah jantan





Gambar E.13 Dimensi bilah jantan untuk dua ukuran yang berbeda dari konektor betina (lihat 8.1.7.1)



Dimensi dalam milimeter

CATATAN 1 Untuk menentukan dimensi konektor betina yang bervariasi dari  $B3$  dan  $L2$ , perlu mengacu ke dimensi bilah guna memastikan bahwa pada kondisi paling jelek, ikatan (dan lekuk jika ada) antara bilah dan konektor betina adalah tepat.



CATATAN 2    Jika dilengkapi lekuk, dimensi *X* sesuai kehendak pabrikan guna memenuhi persyaratan dari ayat kinerja.

CATATAN 3    Konektor betina sebaiknya dirancang sedemikian sehingga pemasukan yang tak semestinya dari konduktor ke dalam daerah penekanan dapat terlihat atau dicegah dengan penghenti untuk menghindari setiap interferens antara konduktor dan bilah yang dimasukkan sepenuhnya.

CATATAN 4    Sketsa tidak dimaksudkan untuk menunjukkan desain kecuali memperlihatkan dimensi.

Ukuran bilah	Dimensi konektor betina			
	(mm)		(Inci)	
	<i>B3</i> maks.	<i>L2</i> maks.	<i>B3</i> maks.	<i>L2</i> maks.
2,8 x 0,5	3,8	2,3	0,150	0,091
2,8 x 0,8	3,8	2,3	0,150	0,091
4,8 x 0,8	6,2	2,9	0,244	0,114
6,3 x 0,8	7,8	3,5	0,307	0,138
9,5 x 1,2	11,1	4,0	0,437	0,157

Gambar E.14    Dimensi konektor betina untuk bilah jantan





## Lampiran F (Informatif)

### Koordinasi antara PMS-P dan gawai proteksi hubung pendek (GPHP) yang tergabung pada sirkit yang sama

#### Pendahuluan

Pada kebanyakan penerapan, PMS-P merupakan bagian sistem listrik dengan dua atau lebih gawai proteksi arus lebih yang tergabung dalam sirkit yang sama.

Karena itu perlu mempertimbangkan aspek koordinasi sistem, seperti:

- a) proteksi pendukung;
- b) diskriminasi.

Lampiran ini terutama berkaitan dengan proteksi pendukung, tetapi juga memberikan pedoman mengenai diskriminasi.

Proteksi pendukung menjadi perlu bilamana arus hubung pendek prospektif pada lokasi PMS-P melebihi kapasitas arus hubung pendek pengenalan PMS-P.

Jika kapasitas hubung pendek pengenalan (lihat 5.2.6) tidak ditentukan oleh pabrikan, kapasitas penyakelaran pengenalan (lihat 5.2.4) harus digunakan selain kapasitas hubung pendek pengenalan.

Pada kebanyakan lokasi arus hubung pendek prospektif mungkin melebihi kapasitas hubung pendek pengenalan (atau kapasitas penyakelaran pengenalan, bila dapat diterapkan) PMS-P.

Karena itu dipersyaratkan bahwa, kecuali PMS-P mampu dapat memutuskan arus gangguan prospektif, proteksi pendukung yang memadai harus disediakan sebagai bagian terpadu dari perlengkapan atau harus ditentukan dalam petunjuk pabrikan.

Bila arus gangguan maksimum melebihi kapasitas hubung pendek pengenalan PMS-P, persyaratan hanya dapat terpenuhi bila koordinasi yang cocok antara PMS-P dan GPHP diverifikasi.

Lampiran ini memberikan pedoman yang menunjukkan bagaimana koordinasi dapat dicapai, berdasarkan studi meja dan/atau pengujian.

Lampiran ini juga memberikan pedoman mengenai jenis informasi yang sebaiknya tersedia untuk pemakai prospektif.

#### F.1 Ruang lingkup

Lampiran ini memberikan pedoman koordinasi antara PMS-P dan GPHP yang dapat berupa sekering atau pemutus sirkit.

Ruang lingkup menyatakan:

- persyaratan umum untuk koordinasi PMS-P dengan GPHP terkait;
- persyaratan untuk proteksi pendukung PMS-P dengan sekering atau pemutus sirkit;



- penggabungan PMS-P dan GPHP yang pada kondisi tertentu, diskriminasi dan/atau proteksi pendukung dapat diverifikasi dengan studi meja;
- metode yang digunakan untuk verifikasi koordinasi dengan studi meja;
- pengujian yang dimaksudkan untuk memverifikasi bahwa kondisi untuk koordinasi telah terpenuhi.

## F.2 Persyaratan umum koordinasi PMS-P dengan GPHP terkait

### F.2.1 Pertimbangan umum

PMS-P yang dihubungkan seri dengan GPHP akan memutuskan arus hubung pendek sampai dengan batas selektivitas arus  $I_s$  tanpa bantuan GPHP.

Untuk arus yang lebih tinggi dari  $I_s$ , PMS-P dengan GPHP terkaitnya akan beroperasi secara aman pada semua nilai arus lebih sampai dengan arus hubung pendek kondisional  $I_{nc}$ .

Untuk proteksi pendukung, berlaku pertimbangan berikut.

- Jika nilai arus gangguan prospektif pada titik instalasi lebih kecil dari julat kapasitas hubung pendek pengenalan PMS-P, dapat diasumsikan bahwa GPHP hanya dalam sirkit untuk pertimbangan selain dari pada sebagai proteksi pendukung tersebut.
- Jika nilai arus gangguan prospektif pada titik pemasangan melebihi kapasitas hubung pendek pengenalan PMS-P, GPHP harus dipilih sedemikian untuk memastikan kesesuaian dengan persyaratan F.2.2 dan F.2.3.

### F.2.2 Persyaratan mengenai proteksi pendukung

#### F.2.2.1 Perilaku umum

Untuk semua nilai arus lebih yang melebihi  $I_s$ , sampai dengan arus hubung pendek kondisional pengenalan yang ditentukan untuk PMS-P dengan GPHP terkaitnya, operasi penghubungan PMS-P seperti juga operasi pemutusan dari gabungan tersebut tidak boleh menaikkan manifestasi eksternal yang akan membahayakan operator atau menimbulkan risiko api. Untuk PMS-P kategori kinerja 2, penggabungan harus sedemikian sehingga PMS-P tetap layak untuk penggunaan selanjutnya. Kesesuaian diperiksa dengan pengujian yang relevan dari 9.12.

#### F.2.2.2 Arus ambil alih

Arus ambil alih  $I_s$  tidak boleh lebih besar dari kapasitas hubung pendek pengenalan PMS-P itu sendiri ( $I_B \leq I_{cn}$ ).

### F.2.3 Persyaratan mengenai diskriminasi

Untuk semua nilai arus lebih sampai dengan arus batas selektivitas  $I_s$ , PMS-P harus memutuskan arus tanpa menyebabkan pemutus sirkit pendukung terbuka atau merusak sekering pendukung untuk penggunaan selanjutnya.

### F.2.4 Informasi yang diperlukan

Verifikasi proteksi hubung pendek terkoordinasi memerlukan informasi kinerja PMS-P seperti juga GPHP. Informasi ini terdiri dari:



Untuk PMS-P:

- jenis dan peringkat;
- karakteristik operasi;
- kapasitas ketahanan  $I^2t$ ;
- kapasitas hubung pendek pengenalan  $I_{cn}$ ;
- arus hubung pendek kondisional pengenalan  $I_{cn}$  (lihat 5.2.5);
- arus yang dapat terjadi pemisahan kontak elektrodinamik;
- arus yang dapat terjadi pengelasan kontak dapat diukur.

Bila GPHP adalah pemutus sirkit:

- jenis dan peringkat pemutus sirkit;
- kelas pembatas energi, jika tersedia dan dapat diterapkan;
- karakteristik operasi pemutus sirkit;

CATATAN Informasi ini mencakup arus trip sesaat  $I_t$ .

- nilai tidak trip karakteristik operasi waktu-arus pemutus sirkit;
- kapasitas hubung pendek pengenalan pemutus sirkit.

Acuan sebaiknya dilakukan sesuai standar IEC yang relevan.

Bila GPHP adalah sekering:

- jenis dan peringkat sekering;
- karakteristik operasi;
- karakteristik prapembusuran;
- kapasitas putus pengenalan sekering.

Acuan harus dilakukan sesuai IEC 60269

### F.3 Verifikasi koordinasi

#### F.3.1 Pertimbangan umum termasuk kondisi untuk verifikasi dengan studi meja

Jika informasi yang diperlukan sesuai dengan F.2.4 tersedia, untuk beberapa gabungan koordinasi dapat ditentukan dengan perbandingan karakteristik individual, asalkan PMS-P hanya tergabung dengan proteksi beban lebih dan sebagai tambahan memenuhi dua kondisi berikut:

- a) arus hubung pendek prospektif tidak melebihi 1500 A.
- b) pemisahan kontak elektrodinamik dan pengelasan kontak tidak terjadi pada arus sampai dengan arus hubung pendek kondisional pengenalan  $I_{cn}$ .

Contoh penggabungan yang koordinasi dapat diverifikasi dengan studi meja diperlihatkan pada gambar F.1.

Untuk verifikasi koordinasi hubung pendek, jika dapat diterapkan, direkomendasikan menggunakan karakteristik  $I^2t$  daripada karakteristik waktu-arus.



CATATAN Saat ini, beberapa karakteristik yang relevan mungkin tidak tersedia, karena standar tidak menentukan bagaimana cara mengevaluasinya. Contoh diberikan pada F.3.2.1.

Untuk beberapa gabungan karakteristik individual mungkin tersedia, tapi beberapa tidak dapat memberikan perkiraan perilaku gabungan. Hubungan seri dari dua pemutus sirkit magnetik dengan waktu trip sesaat yang dapat diperbandingkan dapat dijadikan sebagai contoh. Gabungan tersebut akan memberikan perkiraan julat diskriminasi dengan studi meja, tapi tidak akan mengizinkan verifikasi arus hubung pendek kondisional tanpa pengujian.

### F.3.2 Verifikasi diskriminasi

#### F.3.2.1 Verifikasi diskriminasi dengan studi meja

Untuk gabungan tertentu, diskriminasi dapat diverifikasi dengan menumpangkan karakteristik yang relevan, digambarkan pada skala yang sama. Contoh diperlihatkan pada:

- Gambar F.1 untuk PMS-P yang dioperasikan secara termal dengan pendukung pemutus sirkit magnetik termal.
- Gambar F.2 untuk PMS-P yang dioperasikan secara termal, dengan pendukung sekering;
- Gambar F.3 untuk PMS-P magnetik termal, dengan pendukung pemutus sirkit magnetik termal;
- Gambar F.4 untuk PMS-P magnetik hidrolik, dengan pendukung pemutus sirkit magnetik termal;
- Gambar F.5 PMS-P yang dioperasikan secara termal, dengan pendukung pemutus sirkit magnetik hidrolik.

Untuk beberapa gabungan, saat ini diskriminasi tidak dapat diverifikasi dengan studi meja, karena karakteristik tidak operasi yang dibutuhkan pemutus sirkit pendukung (karakteristik tidak terkancing = *unlatching*) tidak tersedia. Hal ini mengacu pada gabungan PMS-P pembatas energi dengan pemutus sirkit pendukung magnetik termal konvensional.

Kurva karakteristik jatuh yang disediakan oleh pabrikan sekarang menyatakan batas waktu aktual yang dilalui sampai arus diputus. Kurva ini mengacu pada arus hubung pendek prospektif.

Kurva yang dibutuhkan harus memperlihatkan respons pemutus sirkit pendukung terhadap pulsa arus yang lebih pendek dari setengah gelombang dan berbeda dari bentuk sinusoidal. Kurva demikian saat ini tidak distandarkan. Penggunaan kurva yang sekarang disediakan oleh pabrikan pemutus sirkit pendukung akan mengarah pada kesimpulan yang salah. Contoh diberikan pada gambar F.6.

#### F.3.2.2 Verifikasi diskriminasi dengan pengujian

Verifikasi dengan pengujian diperlukan bila kondisi seperti yang diuraikan pada F.3.1 tidak memuaskan. Hal tersebut berlaku pada beberapa gabungan PMS-P dengan pemutus sirkit pendukung seperti yang disebutkan dalam F.3.2.1. Hal tersebut tidak berlaku pada gabungan PMS-P dengan sekering, jika karakteristik prapembusuran dari sekering tersedia.

#### F.3.2.3 Verifikasi $I_s$

Pengujian untuk verifikasi  $I_s$  harus dilakukan sesuai dengan 9.12, kecuali bahwa urutan operasi pada masing-masing arus uji harus O-t-O dan faktor daya harus  $0,6 \pm 0,05$ . Pengujian harus diulang dengan arus uji yang lebih tinggi sampai terjadi trip pada pemutus



sirkuit pendukung. Nilai tertinggi dari arus uji hingga tidak terjadi trip pemutus pendukung adalah arus batas selektivitas  $I_s$ .

### F.3.3 Verifikasi proteksi pendukung terkoordinasi

#### F.3.3.1 Verifikasi proteksi pendukung terkoordinasi dengan studi meja

- a) Untuk PMS-P kategori kinerja 1 (PC 1: lihat 5.2.5.1)  
Kesesuaian diperiksa dengan persyaratan F.2.2.2 tidak relevan, karena verifikasi  $I_B$  memerlukan pengujian sesuai dengan F.3.3.2.
- b) Untuk PMS-P kategori kinerja 2 (PC2: lihat 5.2.5.2)  
Kesesuaian dengan persyaratan F.2.2. dapat diperiksa dengan studi meja, asalkan kondisi F.3.1. terpenuhi dan informasi seperti daftar di bawah tersedia:
  - karakteristik operasi PMS-P;
  - karakteristik operasi GPHP;
  - kapasitas hubung pendek pengenalan atau, jika relevan, kapasitas penyakelaran pengenalan dari PMS-P;
  - nilai  $I^2t$  maksimum yang PMS-P dapat tahan;
  - arus puncak, sampai pengelasan kontak tidak terjadi;
  - arus puncak, sampai pemisahan kontak elektrodinamik tidak terjadi.

Ilustrasi diberikan dalam F.4.

#### F.3.3.2 Verifikasi proteksi Bantu terkoordinasi dengan pengujian

Kesesuaian dengan persyaratan F.2.2. dapat diverifikasi dengan uji arus hubung pendek kondisional sesuai dengan 9.12.

CATATAN 1 Subayat 9.12 menetapkan kriteria penerimaan yang berbeda untuk kategori kinerja PC1 dan PC2.

CATATAN 2 Verifikasi awal untuk kesesuaian dengan persyaratan  $I_B \leq c_n$  (lihat F.2.2.2) harus dipengaruhi oleh studi.



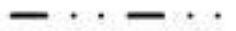
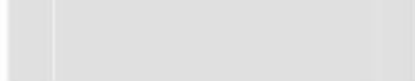

### F.4 Contoh verifikasi koordinasi dengan studi

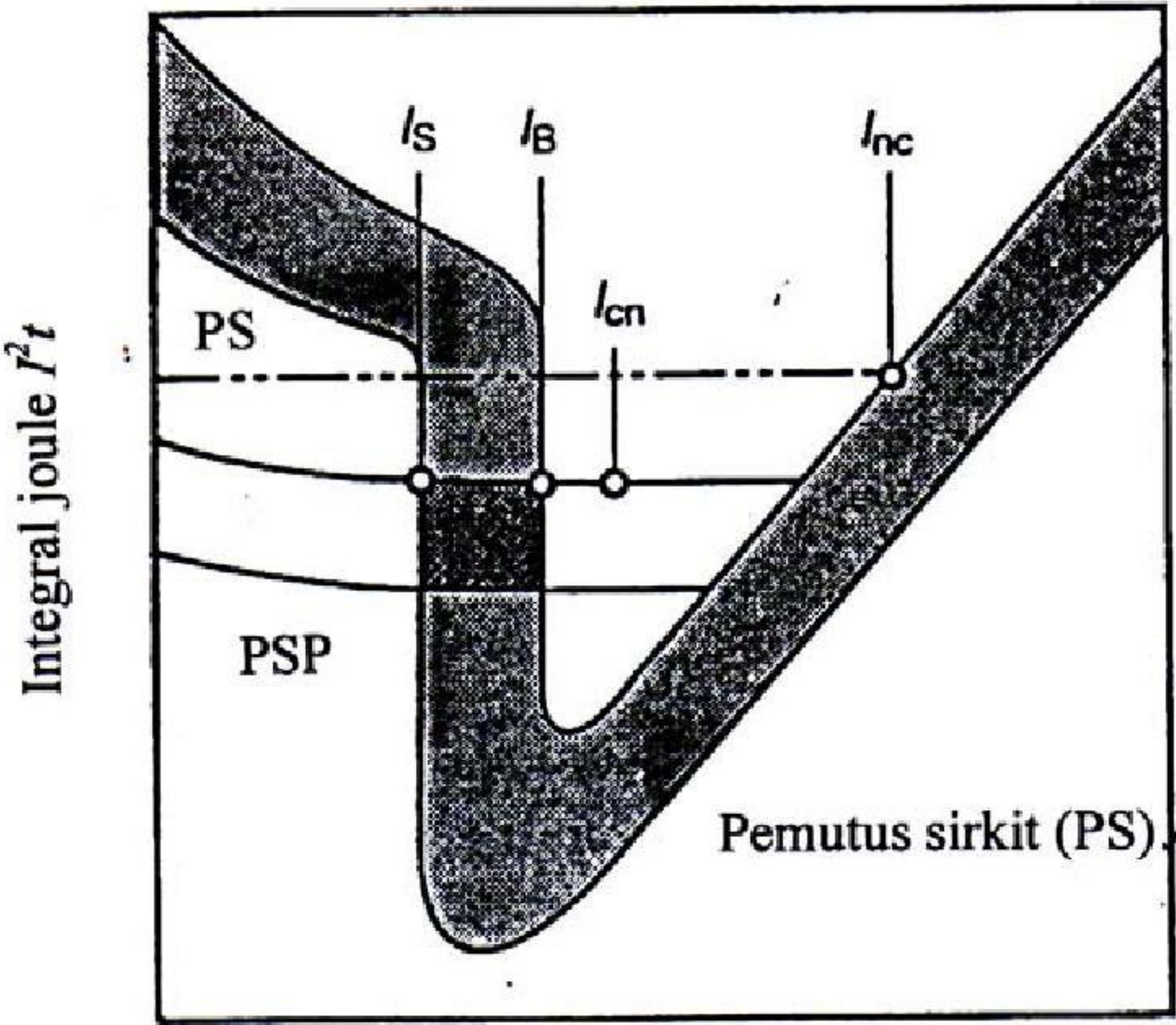
Dalam ayat ini contoh ilustrasi diberikan untuk memperlihatkan bahwa gabungan koordinasi PMS-P dan GPHP dapat atau tidak dapat diverifikasi dengan menindihkan karakteristik yang dapat dibandingkan yang digambarkan dalam skala yang sama.

Untuk beberapa contoh, karakteristik waktu-arus — cocok untuk memperlihatkan seluruh julat arus dalam satu gambar — digunakan; untuk lainnya digunakan karakteristik  $I^2t$  versus arus, ini khususnya cocok untuk mencakup julat hubung pendek arus.



Di seluruh ayat ini, digunakan lambang berikut:

	Karakteristik operasi	$I_{cn}$ adalah kapasitas hubung pendek pengenal (PMS-P)
	Nilai nontrip karakteristik waktu/arus dari pemutus sirkit pendukung. Karakteristik prabusur api dari sekering pendukung	$I_B$ adalah arus ambil alih $I_{nc}$ adalah arus hubung pendek kondisional pengenal dari gabungan
$I^2t$ 	Kapasitas ketahanan dari PMS-P "termal"	$I_s$ adalah arus batas selektivitas
	Zone operasi PMS-P	
	Zone operasi GPHP	



Arus hubung pendek prospektif

Kesimpulan:

Untuk PC1

- $I_s$  dan  $I_B$  dapat ditentukan dengan studi meja
- $I_{cn}$  hanya dapat ditentukan dengan pengujian

Untuk PC2

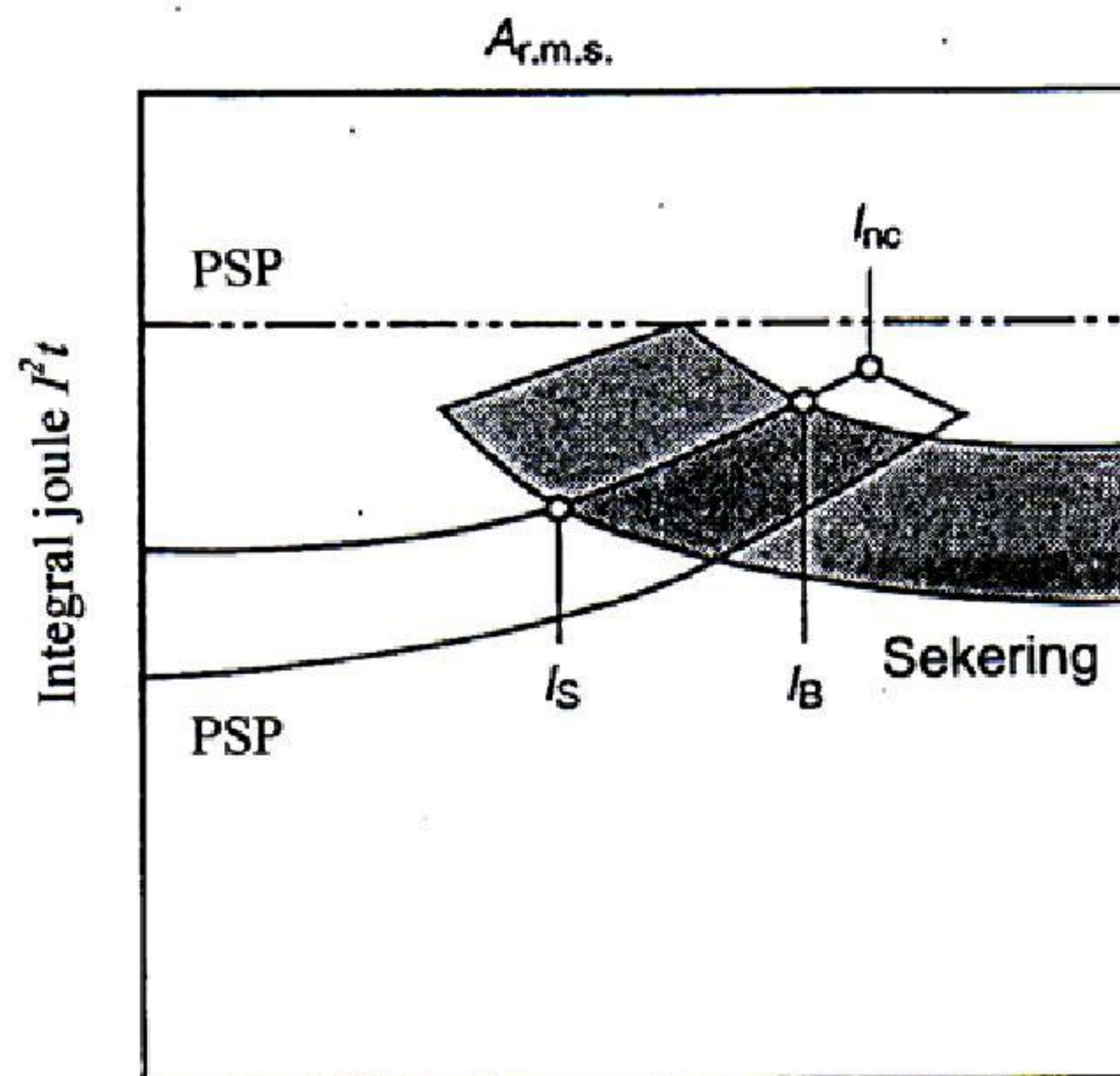
- $I_s$  dan  $I_B$  dapat ditentukan dengan studi meja
- $I_{cn}$  juga dapat ditentukan, asalkan pengelasan kontak tidak terjadi di bawah  $I_{cn}$ .



## Komentar

Julat arus uji $I_T$	Perilaku PMS-P dan pemutus sirkit
$I_T < I_s$	PMS-P akan terputus, pemutus sirkit akan tetap tertutup
$I_s < I_T < I_B$	PMS-P atau pemutus sirkit akan terputus. Pada akhirnya salahsatu gawsai akan terputus
$I_B < I_T < I_{nc}$	PMS-P tidak akan mengalami kerusakan termal.

Gambar F.1 PMS-P hanya termal, didukung oleh pemutus magnetik termal



Arus hubung pendek prospektif

Kesimpulan:

Untuk PC1

 $I_s$  dan  $I_B$  dapat ditentukan dengan studi meja.

Untuk PC2

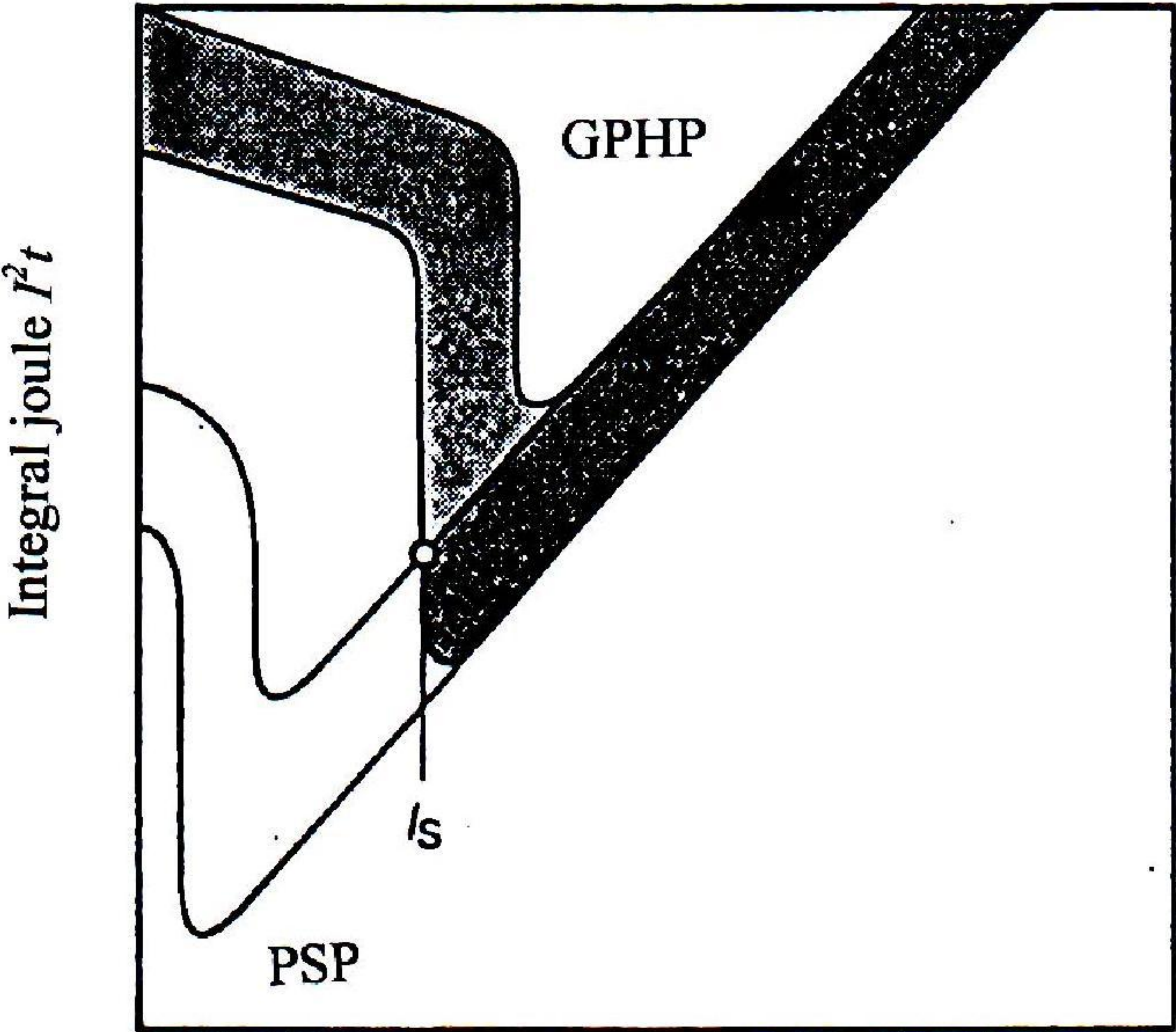
 $I_s$  dan  $I_B$  dapat ditentukan dengan studi meja. $I_{nc}$  tidak ditentukan oleh kapasitas ketahanan termal, tetapi hanya dengan pengelasan kontak



Komentar:

Julat arus uji $I_T$	Perilaku PMS-P dan sekering
$I_T < I_s$	PMS-P akan terputus.
$I_s < I_T < I_B$	PMS-P atau sekering dapat terputus. Sekering akan rusak.
$I_B < I_T < I_{nc}$	Hanya sekering akan terputus. PMS-P akan tetap tertutup (atau dapat terbuka dengan tunda)

Gambar F.2 PMS-P hanya termal, didukung oleh sekering



Arus hubung pendek prospektif



Kesimpulan:

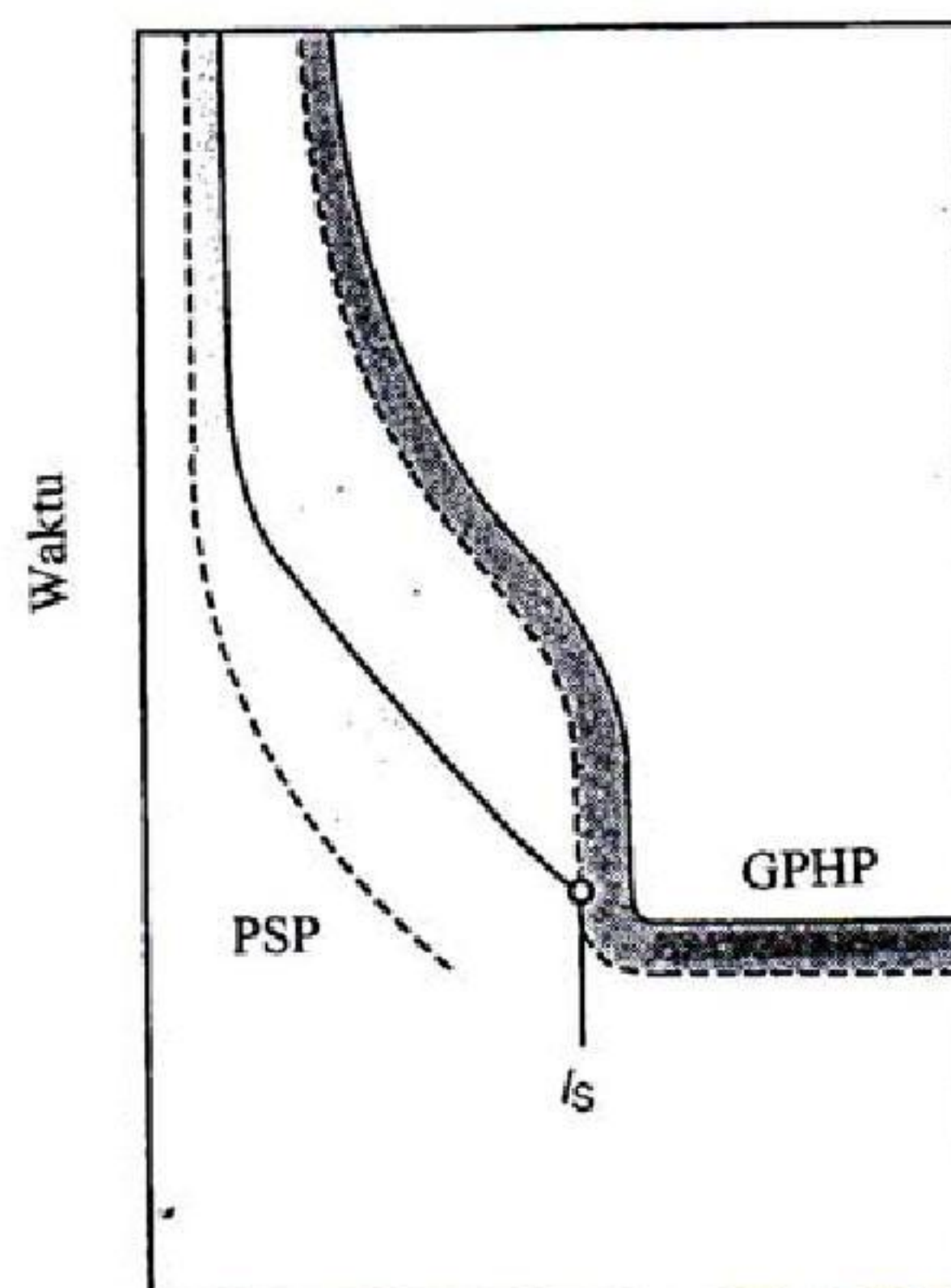
Untuk PC1 dan PC2

Hanya  $I_s$  dapat ditentukan dengan studi meja

Komentar:

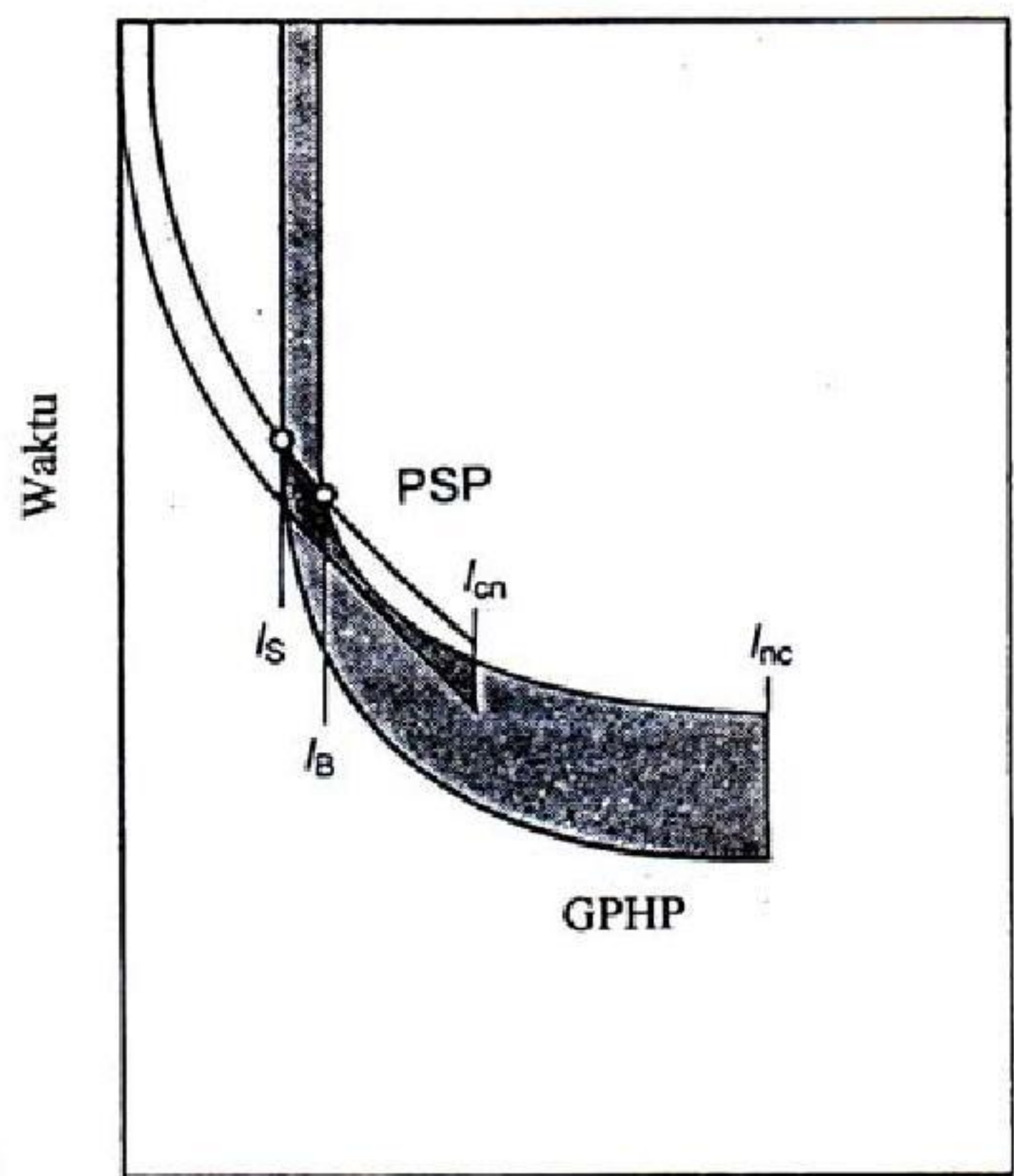
Di bawah  $I_s$  hanya PMS-P akan terputus. Di atas  $I_s$  PMS-P dan pemutus sirkit pendukung dapat terlibat dalam operasi pemutusan.

**Gambar F.3 PMS-P magnetik termal didukung oleh pemutus sirkit magnetic termal**



**Gambar F.4 PMS-P magnetik hidrolik didukung oleh pemutus sirkit magnetik termal**



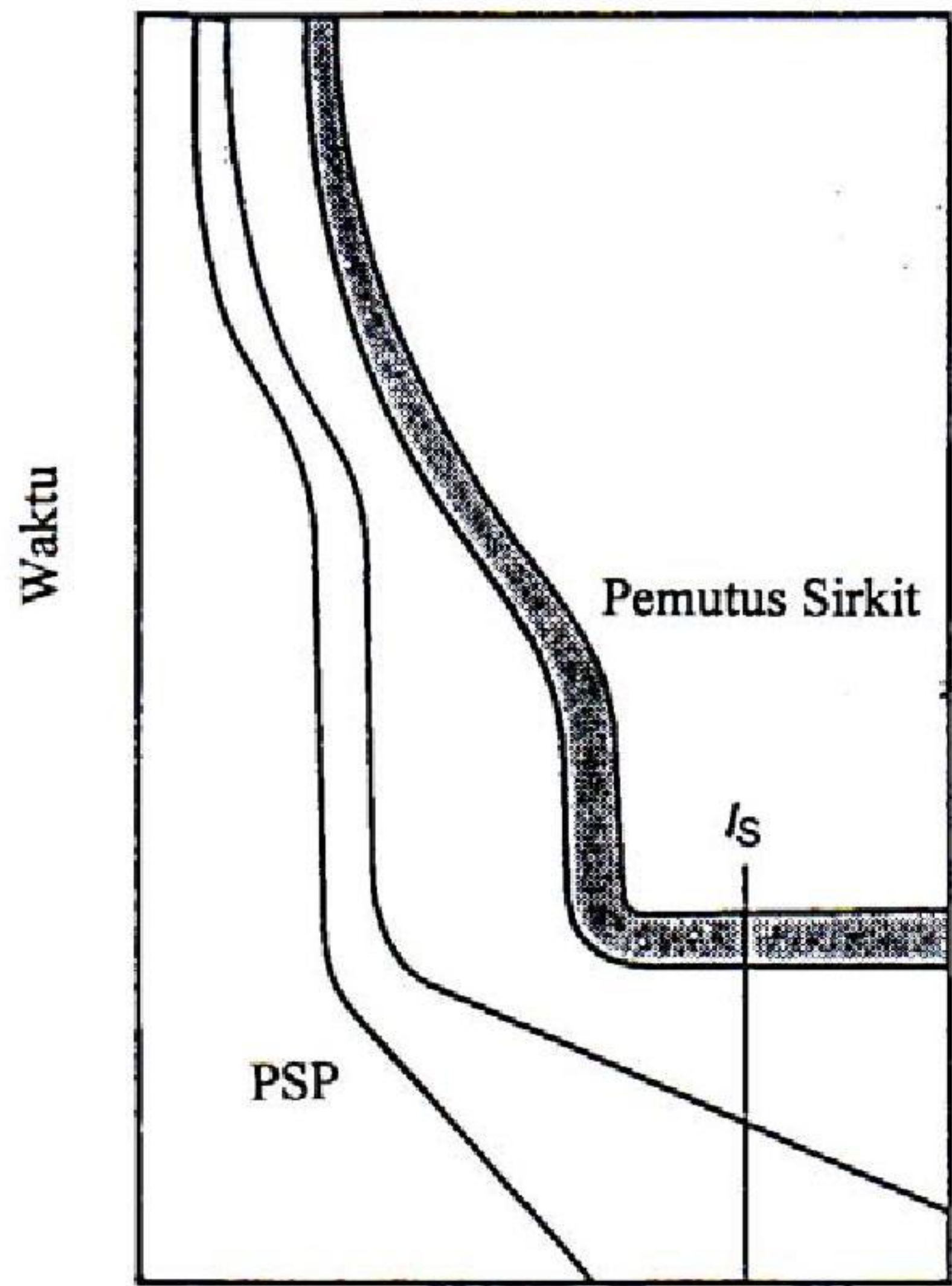


Kesimpulan untuk Gambar F.4 dan F.5

Untuk PC1 dan PC2

Hanya  $I_s$  dapat ditentukan dengan studi meja. Proteksi pendukung harus diverifikasi dengan pengujian.

Gambar F.5 PMS-P termal didukung oleh pemutus sirkit magnetic hidrolik





## Arus hubung pendek prospektif

## Komentar:

Penyajian dari dua karakteristik ini sebagaimana saat ini disediakan oleh pabrikan menunjukkan diskriminasi mutlak, karena kurva tersebut tidak berpotongan.

Namun pengujian memperlihatkan bahwa pemutus sirkit pendukung dalam contoh ini akan lepas (dan terbuka) pada arus  $I_s$  seperti diperlihatkan dalam gambar.

## Alasan:

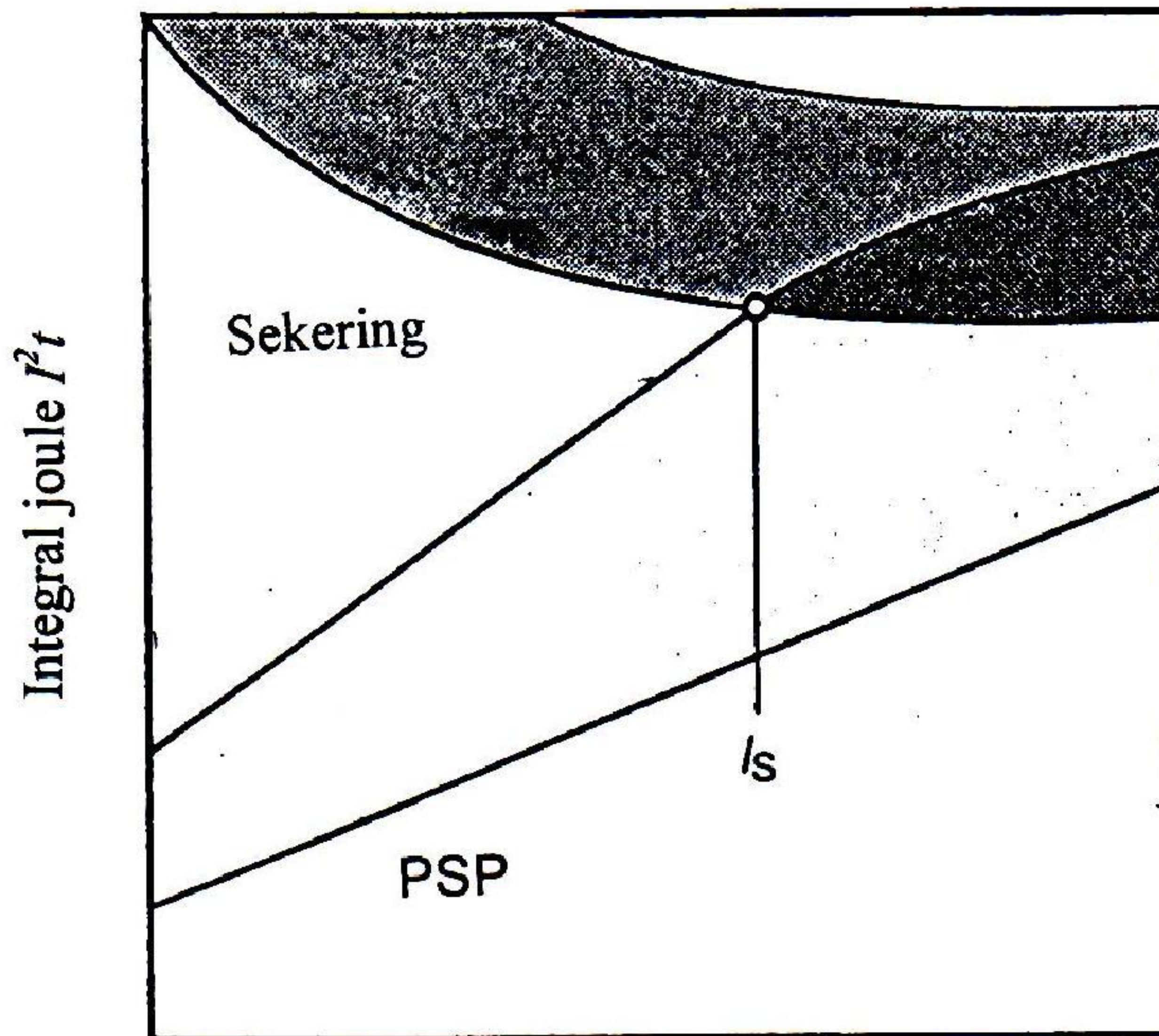
Karakteristik yang diberikan dari pemutus sirkit pendukung tidak merefleksikan responsnya terhadap pulsa yang lebih pendek dari setengah gelombang.

## Kesimpulan:

Untuk suatu gabungan seperti diperlihatkan dalam Gambar F.6, karakteristik yang tersedia dari pemutus sirkit tidak memungkinkan penentuan  $I_s$  dengan studi meja.

**Gambar F.6** PMS-P pembatas energi, didukung oleh pemutus sirkit magnetik termal





Arus hubung pendek prospektif

Komentar:

Karakteristik yang tersedia dari gabungan ini adalah kompatibel, dan diperlihatkan dengan karakteristik prabusur api dari sekering yang menumpang tindih terhadap karakteristik  $I^2t$  dari PMS-P.

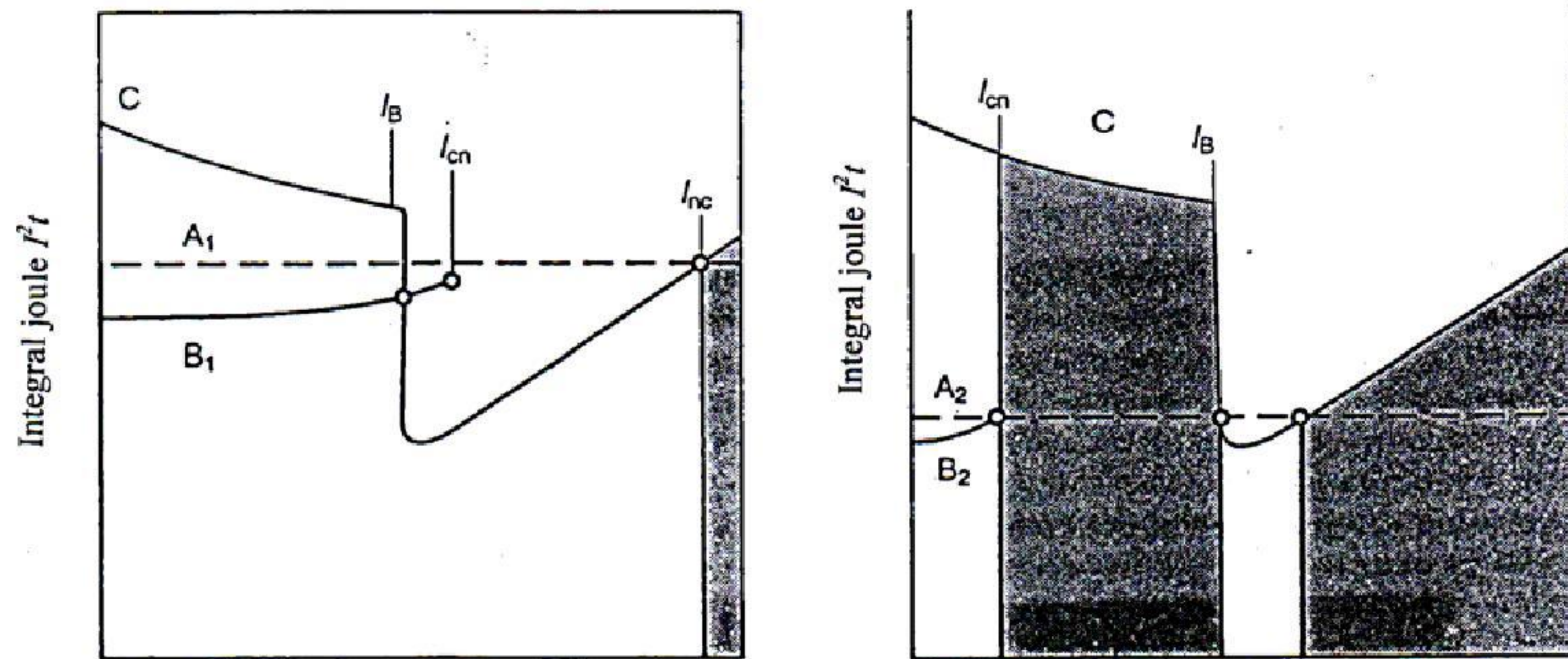
Kesimpulan:

$I_s$  dapat ditentukan dengan studi meja

**Gambar F.7 PMS-P pembatas energi, didukung oleh sekering**



Dua contoh memperlihatkan karakteristik  $I^2t$  versus arus dari dua PMS-P yang beroperasi secara termal yang berbeda, dengan peringkat 7 A, didukung oleh pemutus sirkit magnetik termal yang sama, dengan peringkat 20 A.



Arus hubung pendek prospektif

$A_1, A_2$  = Kapasitas ketahanan  $I^2t$  dari dua PMS-P

$B_1, B_2$  = Karakteristik operasi  $I^2t$  dari dua PMS-P

$C$  = Karakteristik operasi  $I^2t$  dari pemutus sirkit pendukung

Arus hubung pendek prospektif

Zone aman operasi S \*

Zone tak aman operasi \*

\* Sesuai dengan kategori kinerja 2 (baik untuk penggunaan selanjutnya)

Indeks 1, 2 = PMS-P yang berbeda

Kesimpulan:

Gabungan ini memberikan proteksi terkoordinasi hingga  $I_{nc}$

Kondisi  $I_B < I_{cn}$  terpenuhi

Kesimpulan:

Gabungan ini tidak memberikan proteksi terkoordinasi seperti ditentukan oleh standar ini. Studi meja menunjukkan kelemahan ini

Gambar F.8a – Koordinasi yang tepat

Gambar F.8b – Koordinasi yang tidak tepat

Gambar F.8 Contoh yang mengilustrasikan koordinasi yang tepat dan yang tidak tepat

## Lampiran G (normatif)



## Perilaku elektromagnetik PMS-P

### G.1 Umum

PMS-P dirancang khususnya untuk digabungkan dengan perlengkapan. Standar produk dari berbagai perlengkapan menentukan persyaratan kekebalan dan emisi perlengkapan harus dipenuhi, tergantung pada lingkungan tempat perlengkapan tersebut dirancang untuk beroperasi. Pabrikan perlengkapan dalam merancang dan merakit komponen yang relevan memperhitungkan standar kesesuaian elektromagnetik (KEM) (jika ada) untuk perlengkapan spesifik atau standar generik lingkungan tempat perlengkapan tersebut akan beroperasi. Jadi kondisi KEM untuk dipenuhi oleh komponen (seperti PMS-P) dapat berbeda, tergantung pada penggabungannya dalam perlengkapan. Oleh karena itu, tidak ada persyaratan umum KEM yang dinyatakan untuk PMS-P.

Namun demikian, informasi harus tersedia untuk pabrikan perlengkapan tentang karakteristik kekebalan dan emisi elektromagnetik dari PMS-P, jika relevan, untuk membuat pilihan yang tepat bagi penggabungan perlengkapan yang akan diproteksi.

Untuk maksud ini, lampiran ini memberikan informasi perilaku KEM PMS-P tergantung pada rancangannya, menentukan kinerja KEM minimum yang disyaratkan untuk PMS-P dan menyatakan informasi tambahan tentang karakteristik KEM yang harus disediakan pabrikan PMS-P untuk pabrikan perlengkapan untuk pemilihan yang tepat dari PMS-P.

### G.2 Kekebalan

#### G.2.1 PMS-P tidak tergabung sirkit elektronik

PMS-P tidak tergabung sirkit elektronik tidak peka terhadap gangguan elektromagnetik dan oleh karena itu tidak disyaratkan uji kekebalan\*.

Perilaku PMS-P dengan pelepas tegangan lebih atau tegangan kurang dalam hal kedip tegangan, pemutusan singkat dan variasi tegangan diverifikasi dengan pengujian 8.5.4 standar ini.

#### G.2.2 PMS-P tergabung sirkit elektronik

- a) PMS-P tergabung penyearah sederhana sendiri tidak peka terhadap gangguan elektromagnetik dan oleh karena itu tidak diperlukan spesifikasi kekebalan<sup>3</sup>.
- b) Untuk PMS-P dengan pelepas tergabung sirkit elektronik selain dari G.2.2.a), pabrikan harus menunjukkan kinerja pada kondisi uji berikut.
  - transien cepat terkonduksi (ledakan), ditentukan dalam IEC 61000-4-4;
  - kekebalan surja (1,2/50  $\mu$  detik), ditentukan dalam IEC 61000-4-5;
  - luasan elektrostatis, ditentukan dalam IEC 61000-4-2;
  - medan elektromagnetik frekuensi tinggi teradiasi, ditentukan dalam IEC 61000-4-3.

Kinerja ini dalam setiap hal harus memenuhi pengujian pada tingkat yang ditunjukkan di bawah sebagai minimum.

**Tabel G.2.2 Kinerja kekebalan KEM minimum PMS-P**

<sup>3</sup> Fenomena yang mengacu pada T 1.1 IEC 61543 dalam pertimbangan



Jenis pengujian	Tingkat keparahan terhadap IEC 61000-4	Nilai
Surja 1,2/50 $\mu$ s IEC 61000-4-5	3	2 kV (CM) <sup>a</sup> 1 kV (DM) <sup>b</sup>
Transien cepat (ledakan) IEC 61000-4-5	3	2 kV
Medan elektromagnetik IEC 61000-4-3	3	3 V/m
Luahan eletrostatik IEC 61000-4-2	3	6 kV <sup>c</sup> luahan udara
<sup>a</sup> mode umum <sup>b</sup> mode diferensial <sup>c</sup> diterapkan untuk pengertian depan/operasi		

Selama pengujian, PMS-P tidak boleh trip.

Setelah pengujian Tabel G.2.2, PMS-P harus memenuhi persyaratan 8.5.1 pada 2  $I_n$  dan, jika dapat diterapkan, 8.5.4.

### G.3 Emisi

#### G.3.1 PMS-P tidak tergabung sirkit elektronik

PMS-P tidak tergabung sirkit elektronik tidak menimbulkan gangguan kontinu dan hanya menimbulkan gangguan transien selama penyakelaran. Keseringan dan akibat gangguan transien ini dianggap sebagai bagian lingkungan elektromagnetik normal instalasi tegangan rendah. Spesifikasi KEM tidak diperlukan untuk jenis PMS-P ini.

#### G.3.2 PMS-P tergabung sirkit elektronik

- PMS-P yang tidak tergabung dengan osilator beroperasi kontinu biasanya tidak menimbulkan gangguan kontinu atau transien kecuali selama proses penyakelarannya. Keseringan, tingkat dan akibat emisi tersebut dianggap sebagai bagian lingkungan elektromagnetik normal instalasi tegangan rendah.
- Untuk PMS-P yang tergabung dengan osilator beroperasi kontinu, pabrikan harus menunjukkan kinerja pada kondisi uji CISPR 22 (0,15 MHz sampai 30 MHz, dan 30 MHz sampai 1000 MHz).

## Lampiran H (normatif)



### Korelasi antara tegangan nominal sistem suplai dan tegangan fase ke netral yang relevan untuk menentukan tegangan impuls pengenalan

Tegangan impuls pengenalan yang diberikan dalam Tabel H.1 didasarkan pada asumsi bahwa tindakan proteksi diperlukan dan bahwa tindakan tersebut diberikan dengan masuknya arester surja yang mempunyai rasio tegangan jepit dengan tegangan minimal tidak lebih kecil dari yang ditentukan oleh IEC 61099-1.

**Tabel H.1 Tegangan nominal dan tegangan impuls pengenalan terkait**

Tegangan fase ke netral (V)	Tegangan nominal sistem suplai				Tegangan impuls pengenalan untuk perlengkapan (V) Kategori tegangan lebih		
	Sistem empat kawat fase tiga dengan netral dibumikan (V)	Sistem tiga kawat fase tiga dbumikan atau tidak dibumikan (V)	Sistem dua kawat fase tunggal a.b. atau a.s (V)	Sistem tiga kawat fase tunggal a.b. atau a.s (V)	I	II (kategori standar)	III
50	Tidak dapat diterapkan	Tidak dapat diterapkan	12,5 24 25 30 42 48	30 - 60	330	500	800
100	66/115	66	60		500	800	1500
150	120/208 <sup>a</sup> 127/220	115, 120, 127	110, 120	110-220 120-240	800	1500	2500
300	220/380 230/400  240/415 255/440  277/480	220, 230, 240  255, 277	220	220-440	1 500	2 500	4 000
600	347/600 380/660  400/690 415/720  480/830	347, 380, 400 415, 440, 480 500, 577, 600	480	480 - 960	2 500	4 000	6 000
1 000		660 690, 720 830, 1 000	1 000		4 000	6 000	8 000

<sup>a</sup> Digunakan di USA dan di Kanada

**Lampiran J**  
(normatif)



## Uji rutin atau uji statistik

Pengujian yang ditentukan dalam lampiran ini dimaksudkan untuk menampakkan, sejauh mengenai keselamatan, variasi yang tidak dapat diterima pada bahan atau pabrikasi.

Pengujian selanjutnya dapat dilakukan untuk memastikan bahwa setiap PMS-P sesuai dengan sampel yang tahan terhadap pengujian standar ini, sesuai dengan pengalaman yang diperoleh oleh pabrikan.

Analisis enjiniring dan statistik dapat memperlihatkan bahwa uji rutin pada masing-masing PMS-P tidak dapat selalu disyaratkan, dalam hal itu pengujian dilakukan atas dasar statistik.

### J.1 Verifikasi karakteristik trip

Kecuali disepakati lain antara pabrikan dengan pelanggan, uji rutin ini harus dilakukan sesuai dengan 9.10, tetapi dengan arus uji berikut.

- a) Untuk PMS-P dengan mode trip TO
  - dengan arus kira-kira  $2 I_n$ , PMS-P harus trip dalam batas waktu yang ditentukan oleh zone waktu-arus yang ditunjukkan oleh pabrikan.
- b) Untuk PMS-P dengan mode trip MO
  - dengan arus  $0,95 I_{ni}$  yang diterapkan selama 0,1 detik, PMS-P tidak boleh trip;
  - dengan arus  $1,05 I_i$  PMS-P harus trip dalam 0,15 detik.
- c) Untuk PMS-P dengan mode trip TM
  - dengan arus  $0,95 I_{ni}$  yang diterapkan selama 0,1 detik, PMS-P tidak boleh trip;
  - dengan arus  $1,05 I_i$  PMS-P harus trip dalam 0,1 detik;
  - dengan arus  $2 I_n$  PMS-P harus dalam batas waktu yang ditentukan oleh zone waktu-arus yang ditunjukkan oleh pabrikan.
- d) Untuk PMS-P dengan mode trip HM
  - dengan arus  $2 I_n$  dan  $6 I_n$  PMS-P harus trip dalam batas waktu yang ditentukan oleh zone waktu-arus yang ditunjukkan oleh pabrikan.
- e) Untuk PMS-P dengan mode trip EH
  - dengan dua arus yang ditentukan oleh pabrikan, PMS-P harus trip dalam batas waktu yang ditentukan oleh zone waktu-arus yang ditunjukkan oleh pabrikan.

### J.2 Verifikasi kuat dielektrik

Tegangan yang pada dasarnya berbentuk gelombang sinus, bernilai yang ditentukan dalam Tabel 20, yang mempunyai frekuensi 50 Hz, atau 60 Hz diterapkan selama 1 detik:

- a) dengan PMS-P dalam posisi terbuka, antar terminal yang secara listrik dihubungkan bersama-sama ketika PMS-P dalam posisi tertutup;
- b) dengan PMS-P dalam posisi tertutup, antara masing-masing kutub PMS-P secara bergantian dan kutub lainnya dihubungkan bersama-sama.



Tidak boleh terjadi lewat denyar atau tembus.

Sebagai alternatif, setiap metode yang layak untuk verifikasi jarak bebas antar kontak (misalnya verifikasi sinar X) dapat digunakan.





**Lampiran K**  
(normatif)

**Persyaratan tambahan untuk kinerja listrik dari sakelar PMS-P**

**K.1** Sakelar PMS-P harus identik dengan PMS-P yang sakelar PMS-P merupakan turunannya kecuali dengan penghilangan elemen proteksi arus lebih. Untuk proteksi arus lebih mengandalkan pada gawai pendukung.

**K.2** Sakelar PMS-P harus memenuhi persyaratan sebagaimana ditentukan dalam seksi 1 dan 2 Tabel 11 atau 12, sebagaimana dapat diterapkan.

**K.3** Sakelar PMS-P dianggap memenuhi standar ini, jika PMS-P, yang sakelar PMS-P merupakan turunannya, telah lulus uji sesuai dengan persyaratan ini.





## Bibliografi

IEC 60038:1983, *IEC standard voltages*

IEC 60112:1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 61543:1995, *Residual current-operated protective devices (RCDs) for household and similar use – Electromagnetic compability*

---















**BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN**  
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4  
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270  
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : [bsn@bsn.or.id](mailto:bsn@bsn.or.id)